Digitized by the Internet Archive
in 2016 with funding from
Wellcome Library

https://archive.org/details/b22017409

DEM HERRN

DR. JOHANN ALBERT EYTELWEIN,

KÖNIGL. PREUSSISCHEM OBER-LANDES-BAUDIRECTOR, RITTER DES ROTHEN ADLERORDENS DRITTER KLASSE UND DES K. NIEDERLÄNDISCHEN LÖWENORDENS, ORDENTLICHEM MITGLIEDE DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN UND DES SENATS DER AKADEMIE DER KÜNSTE ZU BERLIN, DES NATIONAL-INSTITUTS DER WISSENSCHAFTEN UND KÜNSTE ZU AMSTERDAM, SO WIE VIELER ANDERN GELEHRTEN GESELLSCHAFTEN MITGLIEDE,

SEINEM VEREHRTEN SCHWIEGERVATER

WÜNSCHT

AM 23. JULIUS 1829,

DEM HEITER UND RÜSTIG ERLEBTEN JUBELTAGE

NACH

FUNFZIGJÄHRIGEN,

DEM STAATE UND DEN WISSENSCHAFTEN GELEISTETEN VIELFACHEN

DIENSTEN,

MIT

GERÜHRTEM, KINDLICH DANKBAREM HERZEN GLÜCK

J. T. C. RATZEBURG,

DR. DER MEDICIN UND CHIRURGIE, BERECHTIGTER ARZT ZU BERLIN, DOCENT AN DER KÖNIGLICHEN FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT DASELBST, MEHRERER GELEHRTEN GESELLSCHAFTEN MITGLIED UND EHRENMITGLIED,

UND

ÜBERREICHT BEI DIESER FEIERLICHEN GELEGENHEIT

EHRFURCHTSVOLL

SEINE

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER

FORMEN UND ZAHLENVERHÄLTNISSE DER NATURKÖRPER

NEBST EINER KUPFERTAFEL.

BERLIN 1829.

GEDRUCKT BEI TROWITZSCH UND SOHN.

AUF KOSTEN DES VERFASSERS.

WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

Eingedenk der glücklichen Stunden, welche ich, theurer Vater, in Deiner belehrenden Gesellschaft, besonders mit Unterredungen über die mathematischen Verhältnisse der Naturkörper, zubrachte, finde ich keinen passenderen Gegenstand für eine Abhandlung, in welcher Dir, verehrter Jubilar, meine herzlichsten Glückwünsche zu dem heutigen, nur Wenigen zu Theil werdenden, festlichen Tage, dem noch viele glückliche Jahre sich anreihen mögen, pflichtschuldig dargebracht werden könnten, als die Fortsetzung und Erweiterung unserer peripatetischen Unterhaltungen. Meine Neigung für das Studium der Formen der Naturkörper, welche mich schon lange in der Zoologie und Botanik beschäftigten, wurde dadurch nun auch auf die anorganischen Körper geleitet, und ich liefs es mir seit mehreren Jahren besonders angelegen sein, die schönen und regelmäfsigen, bedeutungsvollen Bildungen der Mineralien und des Eises zu beobachten, und von letzteren auch sogleich das zu zeichnen, was mir selten vorkam und für Analogien anderer Formen von Wichtigkeit zu sein schien. Daher habe ich diese hier auch absichtlich hervorgehoben und sie zuweilen sehr ins Einzelne verfolgt, während ich die Gestalten aus der organischen Natur nur mit allgemeinen Zügen schildern konnte, um nicht den Umfang dieser Bogen unverhältnifsmäfsig zu erweitern. Auch war es mir für das Ziel meiner Betrachtungen eigentlich hinreichend, jene ausführlich zu behandeln und daran diese nur vergleichend anzuknüpfen, deren ausführlichere Darstellung in diesem Sinne ich mir aber noch für spätere Zeiten vorbehalte. Unter meinen Zeichnungen wählte ich nur die auffallendsten und seltensten aus, und glaube, dafs sie durch die geschickte Darstellung

des Kupferstechers den Eindruck der Natur so viel wie möglich wiedergeben werden. Es wäre gewifs keine unwürdige Aufgabe für den Künstler, die oft so schönen und malerischen Eisgruppen am Glasfenster nach der Natur zu studiren und ihren Character durch den Grabstichel wiederzugeben.

Übrigens habe ich gehäufte fremde Citate absichtlich vermieden, und benutze nur, wenn ich gleich herrliche Stellen vieler Schriftsteller hätte anbringen können, die Beobachtungen und Untersuchungen einiger wenigen, welche mir durch Abbildungen besonders zu Hilfe kamen und in ihrer Darstellungs-Art meinen Ansichten am meisten zusagten.

Bei dieser Art von Betrachtungen konnte ich mich auch nur der Muttersprache bedienen, weil ich bei vielen Ausdrücken in Verlegenheit gekommen sein würde, einen auf alle Bedeutungen passend eingehenden Ersatz zu finden. Eben so schwer wie ein Fremder die feinsten Wendungen unserer Sprache und den Reichthum einzelner Wörter an Nebenbegriffen oder Bezeichnungen erlernt, wenn er sie nicht mit der Muttermilch einsog, eben so schwer lernen wir eine fremde Sprache unserem uneingeschränkten Gebrauche so unterwerfen, dafs wir nicht zuweilen gewisse Andeutungen ganz aufzugeben gezwungen wären, oder unverständlich zu werden fürchten müfsten.

Meiner Bitte bedarf es wohl kaum, der Behandlungsweise dieser Untersuchungen, welche auf die schwierigsten, von Vielen unberührt gelassenen Probleme führen, ein billiges Urtheil zu schenken.

Es giebt für den Menschen keine höhere und anziehendere Beschäftigung, als die Untersuchung der ihn umgebenden Dinge. Wie kann er würdiger sein Dasein feiern, als durch Erforschung der Eigenthümlichkeiten derselben und ihrer Verhältnisse zu einander. Gleichviel Anspruch auf seine Wifsbegierde haben die zahllose Menge fremder, in unendlicher Ferne umherschwimmender Weltkörper, gleichviel die sich bewegenden und die bewegungslos an unsern Planeten gefesselten Geschöpfe. Keines darf seiner Beobachtung, keines seinem Nachdenken entgehen. Nicht blofs dem Namen und einer trocknen Beschreibung der Theile nach soll man sie kennen, sondern das höhere Ziel ist es, eines Jeden Eigenthümlichkeit und Bildung nach der Reihe der verschiedenen Ausbildungsfähigkeit zu beobachten, und sich dadurch zu der Ansicht zu erheben, welche die Natur aus dem rechten Gesichtspunkte, dem vergleichenden betrachtet. Dann ahnen wir den wahren Schöpfer, die Kraft, welche alles nach einfachen Gesetzen ordnet, bald nur gleichsam durch ein vorübergehendes Berühren das Schaffen momentan beendet, bald durch ihren erwärmenden Hauch fortdauerndes Leben und Regen anfachet, und so, stets in wechselnder Beschäftigung, überall gegenwärtig, überall gleich verbreitet ist, und überall alles zugleich bewirkt.

Alle Ursache und Wirkung in der Natur vereinigt sich Formen zu geben und anzunehmen. Die Kräfte, welche Gestalten hervorzurufen streben, sind unsichtbare, und die Materien, welche unter unsern Augen Gestalten annehmen, meist sichtbare, ursprünglich aber auch wohl durch das Zusammentreten jener erzeugt. Diese unsichtbaren kennen wir freilich nur aus ihren Wirkungen, also nur die unmittelbaren Eindrücke ihrer Gegenwart, nicht aber ihr Wesen und ihren Ursprung. Wir sind so weit gekommen, dafs wir mehrere durch ihre Äufserungen verschiedene trennen

zu dürfen glauben. Der Fleifs der Physiker und Chemiker hat uns viele erstaunenswürdige Eigenschaften des Galvanismus, der Electricität, der Wärme, des Lichtes u. s. w. kennen gelehrt. Wir haben die unerwartetsten Dinge dadurch aufschliefsen gelernt. Indessen sind diese meist Ergebnisse zusammengesetzter Versuche. Man hat diesen Kräften gleichsam entlockt, wie sie sich in gewissen Fällen benehmen, und ihren Äufserungen gewisse künstliche Sitze angewiesen, sie an Maschinen und Zusammensetzungen gebannt und dadurch viele Eigenthümlichkeiten derselben erfahren. In der Fertigkeit aber, sie in den von ihnen selbst erwählten Rollen zu beobachten, und die Geschöpfe in den verschiedensten Entwicklungsstufen, so wie ihre verschiedenen Thätigkeitsäufserungen und Reactionen gleichsam als Meter dieser Kräfte zu betrachten, ist man viel ungeübter. Der praktische Theil der Naturforschung, welcher beim Untersuchen, Beschreiben und Ordnen der Naturkörper die schönste Gelegenheit hat, gerade durch ihre unendliche, aber immer wieder zu einander zurückkehrende, Mannigfaltigkeit ihre Einheit zu erkennen, mufs noch viel thun, um durch scharfsinnige Beobachtung, Vergleichung und Auffindung der Analogien der Naturkörper untereinander, diese Kräfte und ihre Äufserungen überall nachzuweisen, wo sie sich wirklich in der Übereinstimmung des Baues und des Lebens aussprechen. Wir werden dadurch zwar nie das innerste Wesen derselben erforschen, aber zu der Überzeugung müfsten wir gelangen, dafs alle nur Einer Kraft angehören, und dafs die durch dieselbe hervorgebrachten, verschieden scheinenden Wirkungen nur Modificationen derselben sind, etwa wie sich Varietäten oder Species in einer Gattung unterscheiden. Die ersten Schritte dazu sind, dafs man die Naturkörper kennen zu lernen, dafs man das ihnen gemeinschaftlich Eigenthümliche herauszuheben sucht, und daraus erörtert, welcher Kraft dieses zuzuschreiben sei. Selbst wenn wir noch durch chemische und mechanische Hülfsmittel Trennung fordernde Verschiedenheiten entdecken, so läfst doch das Studium der Formen bald im Total-Eindruck, bald im versteckten innern Bau überall einen Zusammenhang ahnen. Um Ähnlichkeiten in den Formen zu finden, darf man freilich nicht willkührlich eine Reihe der Körper unseres Planeten ohne Auswahl aufstellen, sondern man mufs, durch Erfahrungen und umsichtige Beobachtungen geleitet, Verwandtschaften kennen und nur die Ähnlichkeiten in den Bildungsgesetzen dabei vor Augen haben und danach vergleichen.

Die erste, früheste und durchgreifendste Ähnlichkeit finden wir in allen solchen einfachen Bildungen, welche aus Flüssigkeiten schnell zu Stande kom-

men. Die *dendritische* Form (δενδρίτης, δενδροειδὴς) ist die verbreitetste: Ihre Biegsamkeit geht auf alles ein und tritt sowohl anorganisch wie organisch*) auf, eben so wie wir später Zahlengesetze sehen werden, die in der anorganischen und organischen Natur zugleich vorkommen. Die winkligen, eckigen und kantigen, nach bestimmten Zahlengesetzen gebildeten Formen gehören dagegen eben so ausschliefslich der anorganischen Natur**) wie eine gewisse, später zu nennende, gesetzmäfsige Zahl allein in der organischen Natur vorkommt.

In diesen Grenzen der unvorbereitetsten, einfachsten Schöpfungen mufs man denn auch die Keime und Vorbilder aller Dinge suchen, und man wird zuerst auf die Gebilde geleitet, welche, wahrscheinlich nicht eingeschränkt durch die Mitwirkung unseres Planeten, als die selbstständigsten Zeugen der Schöpfungskraft auftreten. Mochte auch das Licht fehlen, flüssige Materien und eine Kraft waren immer da. Diese erzeugen, wie von Anfang her, noch heute, unabhängig von Anderem, die mannigfaltigsten Gestalten, und werden es wohl bis in Ewigkeit fort können. Sie schaffen uns zierliche Schneesterne, und zaubern uns magische Eis Bäumchen und

---

*) Im streng etymologisch genommenen Sinne behalte ich diese lange eingeführten Bezeichnungen bei, indem *anorganische Geschöpfe* ohne *Werkzeuge* und *organische Geschöpfe* mit *Werkzeugen* genannt werden können. Sonst leuchtet das nicht ganz Passende dieser Ausdrücke und der ihnen von Vielen untergelegte Sinn schon aus dem Ziel unserer Betrachtungen ein. Überall ist Leben, wo sich Theilchen nach einem bestimmten Natur-Gesetze zusammenbegeben, nur dafs hier (bei den anorganischen Körpern) die Organisation nicht von der Art ist, anhaltende Thätigkeit zu äufsern und diese Lebensbewegungen sehr urplötzlich wieder aufhören, während sie dort (bei den organischen) länger anhalten. Jene sind gleichsam der Bildungskraft blindlings unterthänig, diese sind freier und eigensinniger und helfen nach ihrer Entstehung an ihrer Erhaltung selbst fortbilden. Jene werden nur einmal geboren, diese werden während ihres ganzen Daseins unaufhörlich neugeboren, denn sie vereinigen ihre Kräfte mit ihrer Mutter, der Bildungskraft, und hören nicht eher auf so zu wirken bis sie das nicht mehr sind, was sie in dieser Hinsicht waren, also bis sie sterben; bei jenen dagegen fällt Geburt und Tod in einen und denselben Augenblick, ohne dafs aber, wie bei diesen, unmittelbar eine Veränderung der Masse dadurch erfolgt, ja die Masse ist sogar, mit wenigen Ausnahmen, ohne chemische und mechanische künstliche Hülfsmittel unzerstörbar, denn was Thiere und Pflanzen durch ihr längeres Leben voraus haben, das gewinnen die Mineralien durch ihre unvergängliche Schönheit.

**) Es kommen zwar, wie ich bald erinnern werde, auch in der organischen Natur gewisse, mathematisch winkligen Gestalten ähnelnde Formen vor, diese sind aber nur nach der Fläche ausgedehnt und es fehlen ihnen die wahren Ecken und bestimmten Winkel. Indessen ist ihre nahe Verwandschaft mit jenen nicht zu leugnen, da sie sich überdies immer in einer niederen Sphäre halten, nämlich in den Bedeckungsgebilden, den horn- und haarartigen Überzügen der Thiere u. s. f.

Eisfedern, jene im freien Weltraume, diese nur an den Boden gefesselt. Jene also waren gewifs die frühesten, unabhängig von einem Anhaltpunkt, gleich den Meteoren, diese in Abhängigkeit von einer Stütze, die wahren Sinnbilder der Thiere und Pflanzen, den ohne Vaterland Undenkbaren.

Wir gehen also von den Formen aus, zu deren Existenz weder Licht noch Wärme nöthig ist, deren Entstehung nur von dem Dasein einer Flüssigkeit und dem Erstarren derselben abhängt: Salze und Mineralien erhalten Gestalten, wenn so viel Flüssigkeit entwichen ist, dafs die in derselben aufgelösten Substanzen selbstständig werden können. Der Augenblick des Verdunstens verschafft den Gestalten Freiheit und Unabhängigkeit; eine neue Auflösung stürzt sie in den ersten, gleichsam noch unbefruchteten, nur zu ahnenden Embryo-Zustand zurück, wo sie gestaltlos zerfliessen, bis von Neuem die Kraft der Bildungsthätigkeit über die hemmenden Fesseln der allmälig schwindenden Mutterflüssigkeit siegt. Das Wasser erhält meist eine characteristische Gestalt, sobald es aufhört flüssig zu sein. Während man die Pflanze aus dem Keim sich erheben und vergrösern sieht, ohne das Zuströmen der vergrösernden Materien selbst wahrnehmen zu können, kann man am Glasfenster die Eisblumen wachsen sehen, und belauscht die Anreihung der erstarrenden Theilchen Schritt vor Schritt, wenn man aufmerksam genug ist, die feinen, ihrer Durchsichtigkeit wegen fast unsichtbaren, herbeiströmenden Wassertheilchen zu verfolgen. Wie bei jenen Licht und Wärme die unsichtbaren, immateriellen, dynamischen Factoren sind, so ist es bei diesen gerade der Mangel an Wärme; Flüssigkeit ist für beide das Materielle, gleichsam die Leiter, an welcher die Bildungsthätigkeit in die Höhe klimmt, und sich mit Hülfe einer Axe*) ausbreitet.

---

*) Die Vorstellung einer Axe, einer lebenden, für die Darstellung einer Entwicklungs- und Formen-Geschichte unentbehrlichen, ist in der Natur überall begründet. Abgesehen von der Bedeutung einer Axe im mathematischen Sinne, bezeichnen wir damit nur eine Dimension, welche entweder eine auf einer Fläche ausgebreitete Figur in 2 ähnlich gebildete Hälften theilt, oder so durch einen Körper geht, dafs ein in ihre Richtung gelegter Schnitt den Körper in gleiche und ähnliche, oder in vordere und hintere, oder rechte und linke ähnlich gebildete Hälften theilt, d. h. eine Linie, von welcher aus in jedem Punkte die Bildungskraft wenigstens nach zwei, oft auch nach mehreren Richtungen hin so wirken kann, dafs sie die den Körper zusammensetzenden Theilchen auf gleiche Weise, nach einem und demselben Gesetze um sich her lagert. Körper, wo die Axe durch den Mittelpunkt geht, kommen in der Natur vor, aber seltener, denn bald finden sich geheimnifsvolle Ursachen ein, welche sie weit aus der Mitte wegrücken, indem die Theile sich

So liegen also beide Zustände im ewigen Wettstreite und Kampfe: bald wechseln sie friedlich mit einander ab, bald verdrängen sie sich kämpfend, bald herrschen sie hier oder da nur allein, denn der Winter der Pole duldet keinen Sommer und der Sommer der Tropen keinen Winter; feste Gestalten trotzen der Auflösung und Auflösungen binden die zerflossene Form. Aber alle sind der grofsen Kraft *(great First cause.* Scoresby) unterthänig, welche also so weit verbreitet ist, dafs nichts als ihrer Herrschaft entzogen gedacht werden kann, denn, während sie hier an der Fortbildung und Erhaltung der vollkommensten Geschöpfe arbeitet, ist sie zugleich dort beschäftigt sich an der Erschaffung der einfachsten, momentan hervorgebrachten Gebilde zu üben.

Bei der speciellen Betrachtung dieser einfachsten Formen, ihrer Geschichte, Entwickelung und Beziehung zu einander, glaube ich mit den dendritischen Bildungen am schicklichsten den Anfang zu machen, weil sie sowohl der organischen wie der anorganischen Natur angehören, und es zugleich das leichteste Spiel der Schöpfung und zugleich die höchste Aufgabe derselben ist, diese in zierlichen, leichten Biegungen nach beiden Seiten sich erhebenden Bilder zu formen, welche frei und ungezwungen, vom Parallelismus nicht abhängig sind. In ihnen liegen die Keime und Ansätze der Schnee- und Stein-Krystalle, ihre Form leitet uns durch die Vegetation der Pflanzen in das Leben der Thiere hinein. Flechten, Tange, Moose, Farren sind gleichsam die von den Steinen losgerissenen Dendriten. Ihre Gestalt und Verzweigung tragen die Zoophyten, und es war ein glücklicher Gedanke, schon in ihrem Namen zwei Reiche zu verknüpfen. Höher hinauf in ununterbrochener Reihe wiederholt sich dieser allgemeine Character der Form im Ganzen und Einzelnen des thierischen Körpers, bald wenn sich als Hauptaxe die Wirbelsäule mit ihren

---

verschieben, nach der einen Richtung luxuriiren, nach der andern verkümmern u. s. f. Wird diese (nach der Anweisung der Natur senkrecht zu stellende) Bildungslinie oder (Haupt-?) Axe wieder von andern, ähnlich oder gleich wirkenden durchkreuzt, so kann man sich diese ebenfalls als (Neben-?) Axen vorstellen, oder man kann sie sich als von einem Punkte jener ausströmende Radien denken, welche bald recht- bald schiefwinklig gegen jene geneigt sind, und die Thätigkeit jener bald in demselben Mafse, bald im verkleinerten wiederholen. Die beiden Enden der Axe (Pole) sind der Sammelplatz oder Begrenzungspunkt der Bildungskraft. Diese sind entweder gleich gebildet oder verschieden, oft, wie es scheint, durch antagonistische, einer gerade entgegengesetzten Bestimmung und Neigung folgenden, Thätigkeit. Wie sich die Bedeutung der senkrechten (Haupt-) Axe in den geneigten (Neben-) Axen wiederholt, so wiederholen sich an diesen auch die Pole.

unzähligen Nerven und Blutgefäfsen nach allen Richtungen belaubt, bald wenn die stärkeren Äste, die Extremitäten hervorsprossen und sich abermals verzweigen.

Unter diesen Dendriten der anorganischen Natur unterscheide ich wieder zwei Varietäten, und bezeichne mir dadurch noch deutlicher den Weg, wie er sich zu den organischen hinauf und zu den anorganischen hinab theilt; ich meine diejenigen, welche ich die bogigen nennen möchte, wegen ihrer, in leichten bogenförmigen Krümmungen sich ausbreitenden Verzweigungen, und diejenigen, welche im Gegensatz die winkligen heifsen könnten, weil ihre Verzweigungen nur in Winkeln zusammenstofsen und sich hier schon der strenge Parallelismus der Krystalle einfindet.

Die bogigen Dendriten sind eine Zusammenhäufung unzähliger, in ihrer Bildung gestörter Krystalle. Sie sind die ersten Spuren der ausschliefslich so zu nennenden Krystallisation, der den anorganischen Körpern eigenthümlichen Form: Sie wurden nur so eben aus der gestaltlosen Masse an eine mächtige Axe angezogen, ohne aber so viel Kraft und Zeit zu haben, sich mit Flächen und Winkeln ausrüsten und irgend ein Zahlen-Gesetz während des Anschiefsens annehmen zu können. Ungeachtet sie also in dem ersten flüchtigen Anordnen gehemmt wurden, und in scheinbarer Unordnung und in gänzlicher Unähnlichkeit beider Seiten untereinander liegen, so gewähren sie doch den entzückendsten Anblick. Zuerst rede ich von den ganz gewöhnlichen, bekannten Eis-Figuren am Glasfenster. Bei mäfsiger Kälte nämlich sieht man an Fenstern, wo sich nur wenig Feuchtigkeit niederschlug, einzelne lange und schmale Gruppen, welche bald parallel mit einander laufen, bald sich in allen Richtungen kreuzen (s. Fig. 28.). An diesen finden sich oft zu beiden Seiten der sehr feinen, durchsichtigen, geraden Linie, auf der Glasfläche Eistheilchen nach dem Gesetze dieser Dendriten (Fig. 28, α. 33.) geordnet; und zwar öfters beobachtete ich sie ganz so (wie Fig. 29, α.), wie die bekannte Erscheinung am Magnetstabe zeigt, über dem man auf einer dünnen, trennenden Papierflächedie Feilspähne längs der Axe sparsamer und um die beiden Pole reichlicher und verzweigter angeordnet sieht, ganz ähnlich den schönen Stein-Dendriten, die ich gleich beschreiben werde. Sehr merkwürdig ist es, wie bei jenen die Function der Axe zuweilen sehr feine Risse und Schrammen im Glase übernehmen; dafs sich aber auch ohne diese materiellen Träger eigne Axen bilden können, sahe ich ebenfalls zuweilen, denn, wenn ich den kleinen Eismagneten weggewischt hatte, erschien das blanke Glas ohne Spur einer körperlichen Anziehungslinie.

Wenn ich dieses für die niedrigste Stufe der bogigen Eisdendriten ansehe, so erkenne ich in einer Varietät derselben schon eine höhere Ausbildung an, die erste Spur der winkligen Dendriten. Es zeigen sich nämlich an den Enden der Verzweigungen mancher Eisdendriten schon deutliche Krystallansätze, welche man in gewissen Richtungen, von vortheilhaft auffallendem Lichte begünstigt, auch ohne Lupe deutlich als spitzwinklige Zuschärfungen erkennt. Analoge Übergänge bei den Mineralien, wo die bogigen Dendriten mit Krystallansatz terminirt werden, beschreibe ich nachher. Zuvor schildere ich die bogigen Dendriten ohne deutlichen Krystallansatz auch bei den Mineralien, wo sie eigentlich zu Hause sind, und bald sehr körperlich, bald so fein erscheinen, dafs man an der Gegenwart einer Masse zweifelt und die Gruppe blofs für eine angehauchte Zeichnung hält. Die gewöhnliche Annahme, dafs diese bekanntesten, schwärzlichen Dendriten aus Mangan bestehen, wird zwar durch einzelne Vorkommen bestätigt, wo die Dendriten-Masse so dick aufliegt, dafs man sie chemisch untersuchen kann, wie z. B. an den Stücken, welche das Königl. Mineralien-Kabinet von Rabenstein her erhielt. Wie aber überall Mangan hinkommen soll, begreift man nicht; wahrscheinlich würde man bei ihrer genaueren, chemischen Untersuchung auch noch andere Metallniederschläge finden, denn man sieht diese Bäumchen überall verbreitet, nicht allein auf Steinen von weicherem Gefüge, wie Mergel, Kalk- und Sandstein, gebrannten Thonsteinen u. s. w., sondern auch in den härtesten Steinen als im Granit, und selbst im Quarz und Bergkrystall, sehr häufig in den verschiedenen Achat-, Carneol- und Chalcedon-Varietäten, besonders schön in einzelnen Gruppen in den bekannten Mokkasteinen. Am häufigsten finden sie sich im Mokkastein, wenn gleich nur selten so schön wie in den Stücken, welche mir der hiesige Edelstein-Schleifer Herr Hoffmann für die Zeichnungen (Fig 3. 4. 5.) gütigst mittheilte. Sehr selten sieht man sie im Bergkrystall. Das seltene Stück, von welchem ich die Zeichnungen (Fig. 6.) entlehnte, verdanke ich ebenfalls Herrn Hoffmann: das Stück ist $\frac{1}{4}''$ dick, $1\frac{3}{4}''$ breit und $2\frac{1}{2}''$ lang, und ganz geschliffen. Bald sieht man sie, namentlich auf Kalkstein, vom Rande des Gesteins her in dichten Massen wie Gesträuche sich ausbreiten, bald glaubt man in ihnen einen einzelnen Baum zu erkennen, indem sich längs der Axe ganz kleine Äste bilden und am Ende derselben ein reichbebauter Wipfel sich ausbreitet (F. 2.). Bei den Mokkasteinen haben sie ihre Wurzel gewöhnlich mitten im Steine, die zuweilen durch einen Sprung mit der äufsern Oberfläche zusammenzuhängen scheint: die Axe ist hier nie geradlinig, sondern alles bogig. Mit beiden Polen versehen

zeigt sich die Axe seltener: ich besitze ein Stück eines Kalksteins, an dem man diese Erscheinung in seltner Schönheit sieht (Fig. 1.). Die Verzweigungen sind hier fast überall gleich lang. Man erkennt sehr bestimmt die Axe, an welcher sich in gewissen Absätzen gleichsam Knoten bilden, aus welchen meist an beiden Seiten opponirt ein Ast mit vielen gröfseren und kleineren Zweigen und Blättern hervorsproſst. Jeder Pol ist wieder ein Knoten, dem aber viele Äste dicht gedrängt entsprossen. An ihnen bemerkt man noch weniger wie an den genannten, analogen Eisdendriten, Spuren eines Krystallansatzes. Während sie bei den Sand- und Kalksteinen nur oberflächlich aufliegen, verzweigen sie sich bei den genannten Mokkasteinen und dem Bergkrystall nach allen Richtungen und man sieht bald einen mehr oberflächlichen, bald einen mehr in die Tiefe des Steins sich entfernenden Ast. Ich habe einen Thonschiefer von Andreasberg am Harz vor mir, auf dem sich fast $\frac{1}{4}'''$ dicke Lagen des Schwefelkieses so ausgebreitet haben, dafs man im Ganzen die Verästelung der gröfsten, Farrenkräutern ähnelnden Mangan-Dendriten sieht, und bei näherer Betrachtung am Ende der kleineren Verzweigungen deutliche End-Krystallisationen erkennt.

Als eine Modification dieser Varietät beschreibe ich die Formen der anorganischen Körper, wo sich schon bestimmt ausgesprochener Krystallansatz findet, also bogige Dendriten mit erkennbarer Krystallisation. An ihnen wird erst deutlich, dafs bei den Vorigen die Krystallisation versteckt war. Sie leiten uns durch viele Stufen der allmäligen Ausbildung hinauf bis zu den Beispielen von Kupfer und Silber, an denen oft die Enden um und um krystallisirt sind und sich selbst an den Seiten eine Menge Krystallflächen finden, wo also, dem Gesetze des bogigen Dendritismus folgend, die Theilchen überall ihre wahre Ausbildungsfähigkeit wirklich zeigen, und das Ganze als Zusammenhäufung von Krystallen erscheint. Noch mehr, sie rechtfertigen das schon früher gebrauchte Bild der vom Stein losgerissenen Dendriten. Bei den Eisdendriten dieser Art, welche nie ohne Unterlage bestehen können, ist der Krystallansatz immer am kümmerlichsten ausgebildet. Die ähnlichen mineralischen Bildungen, welche meist metallischer Natur sind, findet man auch noch an fremden Stützen, an Steinen, angeheftet; daher erheben sich die End-Krystallisationen auch nicht viel höher wie jene des Eises, denn, so schön die herrlichen Schwefelkies-Dendriten auf Thonschiefer von Andreasberg (Fig. 10.) auch sind, welche ich vor mir habe, so erkennt man, ungeachtet ihre Masse fast $\frac{1}{4}'''$ dick aufliegt, an ihnen doch nur die Zuschärfungen. So wie man

aber

aber weiter forscht, und in das Gebiet der schönen Gold-, Silber- und Kupferdendriten kommt, sieht man, wie diese zum Theil auch noch am Stein anliegen, wie sie dann aber an andern Stücken (meist auf Gängen und Lagern, wo sie mehr Platz zur Ausbildung hatten) zum Theil freier werden, sich schon in mehr als 2 Richtungen ausbreiten, und endlich so weit abgelöst werden, dafs sie nur noch mit wenigen Stellen aufsitzen. So erscheinen die schönsten Silber-Krystalle von Kongsberg und die schönsten Kupfer-Crystalle aus Sibirien als abgelöste, bogige Dendriten. — Wenn wir nun auch durch diese, vor unsern Augen vorgehende Entwicklung die Erklärung zulassen müssten, die weniger vollkommnen, nur nach 2 Seiten ausgebreiteten Dendriten dieser Art seyen durch den beengten Raum verkümmert, so kann diese Deutung doch nicht bis auf die niedrigsten Dendriten derselben Art ausgedehnt werden, denn wir sehen diese oft auf Steinen oben aufliegen, wo es ihnen an Platz zur Erhebung nicht fehlen konnte, wenn sie die Kraft und Bestimmung dazu gehabt hätten.

Als einen Anhang könnte man hier die von Werner „*besondere äufsere Gestalten*" genannten Vorkommen der Metalle betrachten, welche er mit dem Namen *spiegelig, angeflogen, blatt-, drath- und haarförmig, zähnig* u. s. w. belegt. Für die flach-dendritische, krystallinische, wenn gleich sehr versteckte, Natur derselben spricht, dafs an ihren Rändern zuweilen kleine Dendriten, oft mit geringem Krystall-Ansatz, gleichsam hervorquellen. Ihre Entstehung ist nicht so zufällig und mechanisch zu erklären, da sie wieder andere Analogien haben und sehr lebhaft an die einfachsten, schwarzen Kalkstein-Dendriten und an die zuweilen am Fenster erscheinenden Eis-Dendriten erinnern, wo man einen gröfseren dunklen Fleck sieht, an dessen Rändern feine Dendriten zerstreut umher liegen, als wäre ein Tropfen breitgedrückt und die herumspritzenden flüssigen Theilchen wären augenblicklich zu Dendriten geworden.

Wichtiger noch für den Gang unserer Betrachtungen sind die als zweite Varietät zu beschreibenden winkligen Dendriten. Wenn sich bei denselben auch, wie schon angedeutet wurde, Übergänge zu den Vorigen finden, so sind sie doch, besonders in der durchgreifend parallelen Anordnung des Ganzen, so eigenthümlich, und stehen in dieser Hinsicht so gesondert da, dafs sie in einen besonderen Abschnitt gehören, zumal da durch sie ein eignes Bildungsgesetz ausgesprochen wird, welches sich bei vielen Pflanzen in der Anordnung der Blätter und Zweige wiederholt.

Es sind diese die Formen, über welche ich mich den Mineralogen mit einem-

male durch den von Werner dafür bestimmten Ausdruck „gestrickt" verständlich machen kann. Dabei hat man aber nur das Hauptgesetz im Auge gehabt, dafs nämlich Geradlinigkeit und Parallelismus in zwei Richtungen ihr Character sey, indem die Hauptaxe die eine Richtung und die Seitenverzweigung die andere abgiebt (so dafs also die Seitenverzweigungen parallel untereinander und deren kleinere Seitenverzweigungen wieder parallel der Hauptaxe sind), ohne den Unterschied zu berücksichtigen, wie diese zwei Richtungen bald recht-, bald schiefwinklig sich kreutzen. Es erwächst durch diese Unterscheidung zwar keine Bestimmung eines specifischen Unterschiedes der Körper, an denen sie vorkommen, allein es ist doch interessant in dieser Verschiedenheit der Bildung wieder Anklänge höherer anorganischer und organischer Formen zu finden, denn es giebt Schnee- und Staurolith-Krystalle mit recht- und schiefwinkliger Durchkreutzung, und die Äste mancher Gewächse stehen bald recht- bald schiefwinklig gegen den Stamm geneigt, eben so Blätter, Blattrippen, Frucht-Dissepimente u. s. f. Am wenigsten geschieden sind diese recht- und schiefwinkligen Dendriten bei dem Eise, und deuten daher auch gewifs nicht auf besondere Zustände beim Frieren, denn ich fand einst bei einer kleinen Eisgruppe von seltner Schönheit und Schärfe ihrer Figuren, (welche noch defshalb interessant war, weil sie sich an dem Pole nach Art der bogigen Dendriten verzweigte) auf der einen Seite der Axe durchaus rechtwinklige und auf der andern Seite derselben schiefwinklige Verzweigungen (s. Fig 29.). Zuweilen sahe ich sie auch getrennt, so dafs z. B. im Januar an der Thür eines Stalles, in welchem viel ausgedünstet werden mochte, gegen eine sehr lange Axe die Verzweigungen beider Seiten nur rechtwinklig sich verhielten, und noch dazu recht deutliche Zuschärfungen zeigten (Fig. 6.). Aehnliche rechtwinklige Eis-Dendriten, nur nicht so lang und deutlich crystallisrt, sieht man oft bei geringeren Kältegraden am Fenster, wo sich Axen mit oder ohne Schrammen gebildet haben (Fig. 28. ε.).

Indessen sind diese Formen in der vorher geschilderten Deutlichkeit selten beim Eise, und scheinen nur bei höheren Kältegraden (so die erste recht- und schiefwinklige Form bei — 12° und die letzte, beiderseits rechtwinklige, bei — 16° R.) da sich auszubilden, wo in einem ziemlich trocknen nnd unbewohnten Zimmer nicht so viel Feuchtigkeit an die Fenster niedergeschlagen werden konnte. In bewohnten Zimmern, wo die gröfsere Menge des wäfsrigen Niederschlages bei einer milderen Temperatur Zeit hat, sich über die ganze Glasfläche zu verbreiten, confluiren die feineren, schärferen Formen, und wir sehen nur grofse Gruppen, denen aber doch

auch ihre unverkennbare Ähnlichkeit mit den Formen der Gewächse den deutschen Volksnamen „*Blumen*" verschafft hat. In ihrem ganzen Habitus sind sie den bogigen Dendriten zu vergleichen (s. Fig. 33.), aber bei der Zergliederung ihrer einzelnen Theile bemerkt man bald den Character der winkligen Dendriten. Es giebt interessante Varietäten derselben, wo sowohl die Hauptaxen wie die Nebenverzweigungen von der graden Linie nach einer Richtung abweichen (s. Fig. 35.), und man wird unwillkührlich auf den Vergleich mit dem Schafte und dem Barte der Vogelfedern hingeleitet, wie diese zuweilen im zierlichen Bogen nach der einen oder der andern Seite sich hinbiegen *). Zuweilen neigen sich solche Schafte von zwei Seiten so gegeneinander, dafs mehrere von der linken Seite durch die erste der rechten Seite begrenzt werden, und dafs diese wieder höher hinauf gegen die erste höhere der linken Seite anstofsen, welche sich dann noch mehr erheben u. s. f. (s. Fig. 36.), ganz täuschend daran erinnernd, wie die *äufsern Zwischenrückenmuskeln (intercostales externi)* des Menschen sich mit dem *hintern untern Sägemuskel (serratus posticus inferior)* verschränken.

Betrachten wir nun diese winkligen Dendriten bei den Mineralien, so ergiebt das recht- oder schiefwinklige, wie gesagt, nichts für die Diagnose, denn, wenn das *Gestrickte* des Silbers auch meistentheils, und namentlich in Europa, rechtwinklig dendritisch ist, so findet man in der Königlichen Mineraliensammlung doch auch *schiefwinklig* dendritisches Silber (in Quarz), und zwar von Potosi. Dagegen ist das *schiefwinklig* Dendritische Regel beim Wifsmuth (Fig. 8.), und nur ausnahmsweise kommt es hier *rechtwinklig* vor; umgekehrt findet man den Speiskobalt meist *rechtwinklig* und nur selten *schiefwinklig* dendritisch. Bei dem Kupfernickel, wo die gestrickte Form überhaupt nur selten ist, finde ich im Königlichen

*) Die Entstehung dieses Bogens kann man schon bei der ersten Bildung beobachten: wenn man nämlich bei grofser Kälte an dem stark befrornen Fenster eine Stelle durch Anhauchen aufthaut, so bleibt das Glas einige Augenblicke rein und durchsichtig; bald aber bildet sich wieder Eis, indem an eine sehr leicht gekrümmte Axe, welche oben sehr breit war und unten spitz endete und ganz durchsichtig blieb, besonders auf der einen Seite scharfe und dunkle, kleine Krystalle spitzwinklig anschossen, welche in der Mitte und nach oben ziemlich lang waren, gegen die Spitze aber immer kürzer wurden. Die Spitze drang von oben nach unten schnell vor und die neu entstandene Seite der Axe belegte sich auch eben so schnell mit Seiten-Nadeln. Natürlich entstanden an dem behauchten Glase mehrere solcher befiederten Axen, die in verschiedener Richtung sich ausbildeten. So wie sich zwei mit ihren Lateral-Nadeln berührten, entstand Stillstand, so dafs also bald die Verzweigung der einen länger und die der andern kürzer war, und bald sich diese bald jene Gruppe bildete, wir wir sie bei den grofsen Massen der Blumen sehen.

Cabinet die *rechtwinkligen* Dendriten ausgezeichnet an Stücken von Marienberg, und die *schiefwinkligen* an Stücken von Riegelsdorf in Hessen u. s. f.

Als besondere Modification der *rechtwinkligen* Dendriten nenne ich diejenigen des *gestrickten* Kobalts, welche in die, oft sehr harte, Masse des Gesteins (Quarz, Hornstein, Kalkspath) wie mit Hülfe einer Säure tief eingeätzt erscheinen (Fig. 7.). Sie haben noch das Eigenthümliche, dafs man sie in mehreren Richtungen durch den Stein verfolgen kann: die Hauptaxe z. B. bildet einen, oft mehrere Linien langen, perpendiculären, wie mit der scharfen Kante eines Lineals eingedrückten Spalt, und die Seiten-Verzweigungen (Queraxen) sind ähnliche horizontale Spalten und haben oft wieder Verzweigungen, die wieder perpendiculär eingefressen sind. Auf diese Art erscheint eine solche Masse ganz porös und es lösen sich beim zerschlagen ordentlich rechtwinklige Stücke heraus.

Endlich giebt es noch bei dem Titan aus dem Zillerthal in Tyrol eine eigenthümliche Form, welche einige Mineralogen auch *gestrickt* (*netzförmige Zusammensetzungen* Mohs) nennen. Sie unterscheiden sich von den vorigen durch ihre Geradlinigkeit ohne Nebenverzweigung, und ihre Erhabenheit. Es sind nämlich lauter sehr lange, haarförmige Krystalle, welche in unzähliger Menge über und unter einander liegen, aber so, dafs die gröfste Regelmäfsigkeit herrscht und nur 3 Richtungen wahrzunehmen sind. An meinem Stücke sehe ich nur wenige Kryställchen welche perpendiculär gehen, sondern an den meisten Stellen durchschneiden sie sich so, dafs gröfsere und kleinere Rhomben entstehen, deren stumpfer Winkel 120° und deren spitzer 60° beträgt. Wo einzelne Perpendicular-Streifen sind, theilen sie den stumpfen Winkel. Indessen gehört dieses Phänomen wahrscheinlich der zwillingsartigen *(knieförmigen)* Bildung an, welche häufig beim Rutil *(peritomen Titanerz)* vorkommt.

Erst nachdem ich durch vollständige Aufzählung der Bildungen dieser Art mich auf Beispiele, welche in der Natur gegründet sind, berufen kann, wage ich die Meinung derer zu untersuchen, die die Form dieser Dendriten in der Masse des Steins vorgebildet glauben, so dafs also die färbende Masse nur in Spalten und Ritzen zu fliefsen brauchte um einen Baum darzustellen. Solche Spalten und Ritzen finden sich, wie schon (S. 6.) erwähnt wurde, allerdings zuweilen bei Steinen und beim Eise, aber sie geben höchstens der Anlagerung von Theilchen Gelegenheit und werden so gleichsam zur Würde einer Axe erhoben. Das sind doch aber nur Ausnahmen und wir finden sehr oft solche Axen, die gewifs nicht präformirt waren.

Wenn man sich auf die gestrickten, gleichsam eingefressenen Dendriten des Speiskobalts beruft, so sieht man allerdings Spalten und Ritzen, diese sind aber nicht Ursache, sondern Folge der Dendriten, denn wie könnte der Zufall eine solche Regelmäfsigkeit zu Stande bringen? wie sollten sich so viele gerade Linien, und noch dazu rechtwinklig gegen einander geneigte, bilden, wenn nicht eine höhere Naturkraft ihre höhere mathematische Werkzeuge anlegte? Wie wollte man ferner die vielbeugigen Verzweigungen der bogigen Dendriten erklären, da es dem Zufall kaum einmal gelingen dürfte, einen so zierlichen Baum zu bilden, noch weniger also so unendlich viele, immer demselben Typus folgende. Uebrigens sieht man in den schönen, durchsichtigen Mokkasteinen meistentheils auch nichts von Ritzen, sondern das Bäumchen verzweigt sich in der harten spaltlosen Masse so ungezwungen, als hätte es nur einen Aether und nicht eine harte Steinmasse zu überwinden gehabt. Die einzelnen Spalten und Risse, welche man in diesen Mokkasteinen zwar auch zuweilen findet, sind freilich meist ebenfalls von der färbenden Masse der Dendriten angefüllt, allein sie haben keine regelmäfsige Gestalt und stehen mit dem daraus hervorgewachsenen Baume nur in solcher Verbindung, dafs sie ihn ernährten. Indessen könnte doch ein Nutzen aus dieser, mir unrichtig scheinenden Hypothese hervorgehen, indem man auf die besagten Spalten aufmerksam gemacht, begreift, wie die färbende Masse, deren Dendriten man überall eng eingeschlossen sieht, etwa wie das Leben einer Kröte im Kalkstein abgeschlossen ist, Eingang gefunden habe, als die Chalcedon und Quarz-Masse noch flüssig war. Dieselbe Kraft, welche nun die dem Krystall zukommenden Blätterdurchgänge nach einem höheren Princip ordnete, ordnete zugleich die Form des kleinen Bäumchens an, dem keine andere Gestalt zukam. Das wird besonders wahrscheinlich durch den schönen, mit Dendriten angefüllten Bergcrystall des Herrn Hoffmann, den ich vor mir habe.

Wir wenden uns nun von der Betrachtung der Verzweigung der Form im Allgemeinen, als einer aus vielen kleinen Individuen zusammengehäuften, zu der Untersuchung der zusammensetzenden Individuen selbst, deren Entwickelungsgang wir schon (S. 8.) verfolgt haben, wie sie sich nämlich in den bogigen Dendriten noch in den unkenntlichsten Keimen befinden, und wie sie dann sowohl beim Eise als auch bei vielen metallischen Dendriten an den Spitzen der Verzweigung einen Versuch machen durchzubrechen, bis sie endlich bei den abgelösten Dendriten als fast vollständige Krystalle sich ausbilden. Die gröfste Selbstständigkeit erreichen diese Körper, wenn sie um und um krystallisiren, d. h. an keiner Stelle

einen Zusammenhang mit andern Individuen zeigen. So häufig dieses auch bei den Mineralien in vollkommenster Schönheit vorkommt, so zeigen diese doch, wenn Masse und Gelegenheit genug da war, einen unverkennbaren Hang sich einander zu nähern und auf diese Weise zusammenhängende Gruppen *(Krystall-Gruppen, Krystall-Drusen)* zu bilden, und, so zu sagen, wieder an ein dendritisches Leben zu erinnern. Der interessante Gegensatz, einzelne, um und um krystallisirte Individuen zu bilden, welche, meistentheils streng gesondert von einander, zu unserer Anschauung kommen, findet sich beim Schnee *(Schnee-Krystalle, Schneeflocken)*. Dennoch sind die Schnee-Krystalle, ungeachtet ihrer Regelmäfsigkeit und ihrer scharfen Umrisse, so unvollkommen und undeutlich, dafs wir ihre Stelle im krystallographischen System nicht einmal mit Gewifsheit angeben können. Sie sind meistentheils nur von der Dicke eines Glimmer-Blättchens und haben eine entschiedene Neigung blofs eine Ausdehnung nach der Fläche anzunehmen, also nur ein Glied ihres Baues zu zeigen. Nur selten sieht man bei den prismatischen und pyramidalen (wie ich gleich zeigen werde) mehr körperliche Kryställchen, an denen mehr als zwei Flächen wahrgenommen werden können. Allein selbst bei dieser Einfachheit der Gestalten findet man in anderer Beziehung die gröfste und unterhaltendste Mannichfaltigkeit, denn bald zeigen die Zeichnungen der Fläche an, was in dem kleinen innern Bau für Veränderungen vorgehen, bald sieht man an den unendlichen, durchaus im Ebenmafs erzeugten Modificationen der Ränder dieser Kryställchen, dafs sie viele Stufen durchwandern müssen, ehe sie aus der Form eines Sterns mit tief einspringenden Winkeln, durch allmälige Ausfüllung dieser Winkel, zur regelmäfsigen Tafelform mit 6 Winkeln und 6 Kanten gelangen *).

Um diese Mannichfaltigkeit der *Schnee-Krystalle* unter allgemeinere Gesichtspunkte zu bringen, stelle ich eine Eintheilung auf, welche zum Theil die Ver-

---

*) Sie fallen entweder durchaus gesondert, vorzüglich bei ruhigem Wetter, wenn es nicht so sark schneit, oder es häufen sich gröfsere Flocken an, in denen man mehrere gröfsere und kleinere lose zusammenhängende Krystallchen verworren durcheinander liegen sieht. Wenn sie sich in einer dem Thaupunkte nur nicht zu sehr genäherten Temperatur bilden können, so werden sie die regelmäfsigsten und ausgebildetsten, wenn aber die Temperatur, bei der sie sich bilden, über 0° R. steigt, werden sie meist undeutlich und körnig, indem die äufsersten, feinsten Spitzen sich nicht mehr halten können, und einschmelzen, oder sie fallen dann auch wohl in einzelnen, undeutlichen Nadeln. — An den ausschliefslich sogenannten Hagelkörnern eine deutliche Krystallisation zu entdecken, ist mir nie gelungen.

schiedenheiten der äufsern, verständlichen, Eigenthümlichkeiten berücksichtigt, zum Theil auch auf die Vermuthung der Natur dieser Krystalle eingeht.

1) Die gewöhnlichen strahligen Schnee-Sterne, deren Strahlen einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt haben. Man betrachtet sie am zweckmäfsigsten zuerst, da eine ausführliche Schilderung ihrer Mannigfaltigkeit zur Verständlichkeit aller übrigen Varietäten nothwendig ist. Gemeinschaftlich ist ihnen ein deutlich erkennbarer centraler und ein peripherischer Theil. Im Centralpunkt vereinigen sich mehrere (6 oder 12) Strahlen so, dafs immer je 2 einander gegenüberliegende [fortgesetzte Radien oder den Durchmesser eines Kreises darstellende (Axen)] einen einzigen Krystall zu bilden scheinen, also dafs der ganze Stern bei den 6-strahligen aus 3 verwachsenen Krystallen besteht, welche sich in Winkeln von wahrscheinlich 60° kreuzen; oder dafs in einer 6-seitigen Tafel die drei die Winkel mit dem Centrum verbindenden Axen stehen geblieben sind und die ausfüllende Masse weggeblieben ist, je nachdem man annimmt der Schneestern sey ein Drillings-Krystall, oder er gehöre zum rhomboëdrischen System und sey ein sehr flach gewordenes sechsseitiges Prisma. Die einfachste Bildung dieser Art zeigt alle Strahlen gleich lang und ohne Seitenverzweigung (Fig. 11.) wie Scoresby *(Account of the Arctic Regions Vol. II. pl. VIII. fig. 6.)* beobachtete. Was die Länge der Strahlen betrifft, so ist mir einigemale ein hexagoner Stern mit ungleichen Strahlen vorgekommen (Fig. 13.) und er scheint mir um so seltner und erwähnenswerther, da ich nichts ähnliches erwähnt und abgebildet finde, obgleich es gewifs nicht so sehr selten vorkommt, und nicht unwichtig scheint, da das Alterniren eines langen und eines kurzen Strahls interessante Beziehungen für den Typus der Hexandria bei den Pflanzen erlaubt. Zwar findet sich auch bei Engelmann *(Verhandeling over de Sneeuw Figuren Utrecht* 1771. 8. *pl. XIII. fig.* 193.*)* eine Unähnlichkeit der Strahlen untereinander, allein hier ist in der Länge keine Verschiedenheit, sondern nur in der Verzweigung, denn zwei Axen sind dicht befiedert und an der dritten befinden sich nur einzelne, tropfenähnliche Anhänge. Einen 12-strahligen Stern sahe ich mit abwechselnd längeren und kürzeren Strahlen; da waren aber offenbar zwei Individuen confluirt, ein gröfseres und ein kleineres; es ist nur das Wunderbare, dafs sie so glücklich auf einander pafsten, dafs die Strahlen des einen mit denen des andern regelmäfsig abwechselten. Wenigstens möchte ich nicht wagen, diese Erscheinung durch Theilung des 6-strahligen Sterns zu erklären. Wenn Seitenverzweigungen an den Axen waren, so sahe ich sie meistentheils an den bei-

den Seiten eines und desselben Strahls. Die Abänderung in den Formen, Verzweigungen, in der Deutlichkeit und Gröfse dieser Art Sterne sind unendlich. Die Hauptverschiedenheiten entstehen entweder durch Veränderung um das Centrum her oder durch Veränderung der Strahlen selbst, oder endlich durch die Metamorphose beider zugleich. Der Centraltheil wird nämlich mehr oder weniger breit und tafelförmig; es entsteht ein neues Sechseck in der Form einer flachen, sechsseitigen kalkspathähnlichen Tafel, deren Seitenwinkel meistentheils den Strahlen correspondiren (Fig. 12.), seltener mit ihnen alterniren. Meistens ist diese sechsseitige Tafel ganz durchsichtig, ohne Spur von Streifung und ohne irgend eine Zeichnung; zuweilen setzen sich aber die 6, der Peripherie übriggebliebenen Strahlen durch sie fort bis zum Mittelpunkt. Oft sind in diese kleine Central-Tafel mehrere andere noch kleinere eingezeichnet, und dann sind die Seiten beider immer parallel. Eine weitläufigere Auseinandersetzung dieser möglichen Variationen würde zu ermüdend und unwichtig werden, und erforderte die Abbildung vieler Schneefiguren. Eben so vielen Modificationen ist der peripherische Theil unterworfen. Je nachdem sich der tafelförmig werdende Centraltheil ausbreitet, oder die Winkel nahe am Mittelpunkt bleiben, werden die Strahlen kürzer oder länger. Eigenthümlich ist ihnen, den einzigen Engelmann'schen Fall ausgenommen, die Beständigkeit in der Gleichheit ihrer Bildung, indem die seltenste und sonderbarste Art der Seiten-Verzweigung, die an dem einen Strahl herrscht, auch bei den andern 5 Strahlen genau eben so vorkommt; das geht so weit, dafs selbst dieselben Theile aller 6 Strahlen zugleich aufthauen, und ihnen dann erst die andern Theile folgen, z. B. wenn das Ende eines jeden Strahls in einen Dreizack auslief, sah ich oft erst die beiden Seiten-Verzweigungen aller 6 Strahlen wie mit einem electrischen Schlage verschwinden, dann die mittelsten Spitzen selbst, dann die 6 Arme, und zuletzt den Kern. Die Endigungen der Strahlen habe ich einigemale sehr genau beobachtet, und konnte sie sogar durch die Lupe betrachten. Mit Gewifsheit sahe ich aber nur, dafs sie sowohl wie die Seiten-Kryställchen an den Enden zugeschärft waren, die Zuschärfungen auf die Seiten (Kanten) aufgesetzt. Einmal bemerkte ich sogar an dem untern Ende noch eine Zuschärfung, oder, um mich in dem Sinne meiner Deutung auszudrücken, ich glaubte an dem Ende eines jeden Strahls einen andern kleinen Stern zu erkennen, in den sich die Axe hinein verlängerte. Dafür sprach noch der schon genannte, eigenthümliche Parallelismus der eingezeichneten Streifen (Fig. 14.). Die drei Axen hatten eine Mittellinie und zu deren jeder Seite noch eine, gegen welche

welche die Seiten-Kryställchen angeschossen waren. Die Seiten-Kryställchen hatten ebenfalls eine Mittellinie und eine einfache Zuschärfung. Ganz abgerundete Enden sind nur selten, und kommen gewifs nicht so häufig vor, wie sie Engelmann abbildet. Bei sehr gelindem Wetter erscheinen sie freilich immer rundlich, dann sind es aber auch nicht mehr recht deutliche Sterne, sondern durch Aufthauen abgerundete, mehr kleinen Hagelkörnern ähnliche Körper.

Unter allen Schneekrystallen hat diese erste Art die interessantesten Zahlen-Verhältnisse und ich mufs, obgleich ich noch später im Zusammenhange von den Zahlengesetzen handeln werde, hier schon einiges davon vorausschicken, weil dadurch noch einige eigenthümliche Gestalten bedingt werden, und diese Gesetze auch bei den übrigen Schneekrystallen wieder vorkommen. Es bleibt darin immer die einfache, doppelte oder 4-fache 3, seltener sieht man die 4 und unerhört ist die 5: 12-strahlige Schneesterne sind häufiger als 3-strahlige; die 6-strahligen sind aber bei weitem die häufigsten. Ein einzigesmal sahe ich eine 4, die auch bei Engelmann (tab. XIX.) und Zorgdrager *(Grönländ. Fischerei und Wallfischfang. Fig. 4.)* vorkommt. Es sind nämlich nur 2 Axen, die sich durchkreuzen, und zwar rechtwinklig. Sie scheinen von grofser Bedeutung zu sein und lassen sich nur durch zwillingsartige Verwachsung der Schneesterne erklären. Die 3, welche ich einmal sahe, war wahrscheinlich dadurch entstanden, dafs wechselsweise ein Strahl wegfiel. Scoresby hat ebenfalls eine wahre 3, entstanden durch Wegfallen der abwechselnden Strahlen (s. Fig. 15.), und dann hat er noch (Fig. 19.) eine Annäherung an die 3, wo 3 Seitenflächen bei einem blattförmigen Krystall so vorherrschen, dafs die 3 andern fast ganz verdrängt sind. Dasselbe wiederholt sich in einem Krystall mit tafelförmigem Centrum und strahliger Peripherie (Fig. 16.), wo durch das Schmalerwerden der abwechselnden 3 Seiten auch je 2 und 2 Strahlen näher an einander rücken und auf diese Weise einmal wohl zur rechten 3 werden könnten, wenn sie ganz in einander fielen.

2) Sechsseitige Schneetafeln, welche aus den vorigen so entstehen, dafs die Zwischenräume zwischen den Strahlen ganz durch Eismasse ausgefüllt werden, und zwar wahrscheinlich auf die Art, dafs die Seiten-Kryställchen je zweier Strahlen einander so genähert wurden, dafs sie sich anzogen und so der Raum bis in den innersten Winkel ausgefüllt wurde; dafs ein solches Confluiren wirklich statt finde, sieht man an einzelnen Theilen: Scoresby bildet (F. 3, 7, 73. etc.) Schneesterne ab, deren Seiten-Kryställchen wirklich zusammenfliefsen, und so also den

Anfang zu einem blattförmigen Krystall in der Mitte machen. Auf diese Art kann man nun alle die merkwürdigen Figuren erklären, bei denen sich aus- und einspringende Winkel an den Seiten bilden und wo diese bald ans Ende des Strahls fallen, bald damit alterniren, je nachdem die längste Lateral-Nadel an der Spitze des Strahls stand, oder unterhalb derselben. — Diese tafelartigen Krystalle sind entweder ganz ohne Zeichnung, oder es sind andere 6- oder 12-seitige Tafeln in sie eingezeichnet: die Seiten beider correspondiren bald, bald alterniren sie. Bei Scoresby (Fig. 87.) ist eine sehr zusammengesetzte Figur der Art gezeichnet, wo nämlich zwei 6-seitige, tafelartige Krystalle mit correspondirenden Winkeln in einander liegen. Nur die Winkel des mittelsten, kleineren Sechsecks werden durch drei Axen verbunden, und in dem Raum zwischen diesem kleineren, inneren und dem äufseren, gröfseren Sechseck befinden sich 12 aus- und 12 einspringende Winkel eingezeichnet, die gröfseren ausspringenden Winkel mit der Richtung der Strahlen des innern Sechsecks korrespondirend, die kleineren damit alternirend.

3) Wahre pyramidale und prismatische Schnee-Krystalle, welche in vollkommenster Ausbildung zuerst von Scoresby bei einem frischen, kalten Nordwinde entdeckt und gezeichnet wurden (s. Fig. 43 — 48.). Die pyramidalen sind so selten, dafs sie Scoresby *(Vol. I. p. 429.)* nur einmal sah; ich habe sie nie gesehen. Scoresby's Bild *(Vol. II. pl. XX. f. 44.)* giebt aber, wahrscheinlich durch ein Versehen des Kupferstechers, keine klare Vorstellung von ihrer Form, denn man vermifst die beiden hintern Pyramiden-Kanten, welche doch da sein müfsten, da der Krystall in der Zeichnung eine 6-seitige Grundfläche zeigt; ich habe sie daher in meiner Copie (Fig. 23.) absichtlich ergänzt und punktirt angegeben, so dafs der Krystall nun als 6-seitige Pyramide erscheint, deren Grundfläche ein Sechseck ist und deren Endflächen gleichschenklige Dreiecke sind. Der andere Krystall ist eine 3-seitige Pyramide, einem Tetraeder ähnlich (s. Fig. 22. und Scoresby's *Fig.* 47.) Die prismatischen Schnee-Krystalle, welche ich Anfangs auch nur aus Scoresby kannte, fand ich endlich im Winter $18\frac{2}{2}\frac{7}{8}$ bei — 1° R. selbst.*) Es waren

*) Es war mir dieses Vorkommen eine interessante Bestätigung der Bemerkung, welche ich seit mehreren Jahren zu vervollständigen bemüht war, dafs nämlich gewisse Vorkommen sehr selten sind, wenn sie aber einmal erscheinen, in Menge erzeugt werden. Das genannte Schnee-Prisma sah ich Morgens um 10 Uhr zum erstenmale, und dann, als es fortwährend schneite, innerhalb einer halben Stunde sehr oft. Es hörte auf zu schneien, fing dann bald von Neuem an, ohne dafs sich aber nur ein Prisma ferner zeigte.

vollständige 6-seitige, sehr lange Prismen,*) an deren beiden geradangesetzten Endflächen vollständige sechsstrahlige Sterne ansafsen, wie Räder an einer Wagenaxe. Die Varietäten dieser Erscheinung, welche Scoresby aufserdem noch beobachtete, sind unwesentliche. Statt des sechsstrahligen an den beiden Enden des Prisma's befestigten Sterns sieht man z. B. einen sechsseitigen, tafelartigen (Fig. 24.). Bei einer andern Varietät sieht man ein noch längeres Prisma, mit den beiden Sternen oder Tafeln und aufserdem noch in der Mitte mit einem dritten Krystall (s. Fig. 25.); man könnte die Figur auch so erklären, dafs sich zwei der vorhergenannten Prismen mit ihren Pol-Sternen an einander gelegt hätten und dafs diese dann confluirt wären. Dafs ich diese Formen für zusammengehäufte Sterne halten mufste, dafür sprach noch der Umstand, dafs fast alle Flocken, welche um diese Zeit fielen, auf die gleich näher zu beschreibende Art zusammengehäuft waren.

4) Zusammengehäufte Schneesterne. Zum Theil sind sie mechanisch an einander gehäufte, d. h. die Bewegung in der Luft hat mehrere Schneesterne verworren zusammengeweht, und man kann sie vorsichtig trennen; diese gehören also weiter nicht hieher. Andere indessen sind nicht so mechanisch zu erklären, und verdienen daher in die Reihe der, einige Eigenthümlichkeit der grofsen Kraft bezeichnenden, Erscheinungen aufgenommen zu werden. Ein sechsstrahliger Schneestern z. B. hatte entweder nur an einem (Fig. 12.) oder (häufiger) an jedem Strahl einen kleineren, sechsstrahligen Stern aufsitzen Es scheint also, als ob sich die ausstrahlende Kraft des Centrums an der Spitze des Ausgestrahlten zuweilen wiederhole. Bei einer andern Art der Zusammensetzung sah ich aus dem Centrum des sechsstrahligen Schneesterns, aufser den gewöhnlichen sechs, in eine Fläche ausgedehnten Strahlen (Fig. 27, ε.) mehrere andere schiefwinklig gegen jene geneigte,

*) Über den Werth der Winkel, Kanten und Flächen dieser Prismen wage ich nichts zu entscheiden, da sie wegen ihrer Kleinheit ($\frac{1}{2}$ — 1‴ Länge) gar nichts gewisses in dieser Rücksicht zeigten, und in dem Augenblick, wenn man ihnen mit der Lupe zu nahe kam, zerflossen. Beiläufig bemerke ich hier noch über mein Verfahren bei den Beobachtungen, dafs ich einen langhaarigen Hut für den zweckmäfsigsten Apparat zum Auffangen der Schneesterne halte, denn einmal heben sich ihre weifsen Umrisse gegen das Schwarz des Filzes recht deutlich hervor, und dann halten sie sich so lange wie möglich, da sie, an den feinen Härchen hängend, leicht in eine andere, der Beobachtung günstige, Stellung gebracht werden können, und so beständig von der kalten Luft von allen Seiten umgeben sind, während sie bei einer Vorrichtung (z. B. von Schiefer, Glas, Metall u. s. w.), wo sie mit der ganzen Fläche aufliegen, leichter zerfliefsen und nur von der einen Seite beobachtbar sind, da sie bei einer Wendung mit Instrumenten zerbrechen und sogleich aufthauen würden.

sehr unregelmäfsig verzweigte hervorwachsen (F. 27, β.), und denke mir, sie wären vielleicht zur Bildung eines 2ten oder 3ten Individuums bestimmt gewesen, und seien *per monstrostitatem* mit jenem confluirt. Sogar den Strahlen selbst, und nicht blos dem Centrum, sah ich einigemale solche Verzweigungen entsprieſsen. Sie erinnern an die Verzweigung der Dendriten und folgen gewifs einem ähnlichen Gesetz der Verwachsung, welches die Krystall-Gruppen der Mineralien bildet, bei denen öfters auf einem gröfseren Krystall mehrere kleinere unregelmäfsig aufgewachsen sind, so dafs bald ein gröfserer bald ein kleinerer Theil derselben mit dem erstern verschmolzen ist, und so die mannigfaltigsten Krystall-Drusen und Gruppen bildet.

5) Schneekrystalle ohne Sternform. Diese Varietät finde ich nirgends weder erwähnt noch abgebildet, nicht etwa weil sie selten wären, sondern wahrscheinlich weil man sie für abgebrochene Theile eines Schneesterns und einer näheren Betrachtung unwürdig gehalten hat. Ich halte sie für einzelne, im Dunstkreise frei gebildete schiefwinklig verzweigte Dendriten. Dafür dafs sie selbstständig gebildet und nicht abgebrochen sind, spricht ihre eigenthümliche Bildung, die man an den Sternen nicht findet: An der Axe nämlich (dem Hauptstrahl), welche deutlich aus doppelten Wänden besteht, finden sich nur auf der einen Seite Verzweigungen, und zwar sind diese schiefwinklig geneigt und wieder verzweigt *(frons supradecomposita)* (Fig. 26.), wie es nie bei Schneesternen vorkommt. Fernere Beobachtungen werden mehr darüber entscheiden.

Anderer Schneebildungen, welche zu keiner dieser Abtheilungen gehören, erwähne ich nicht weiter, da sie durch unvollständigen, gestörten Krystallisationsprozefs zu Stande kommen. Es gehören dahin die kleinen, spiefsigen, unförmlichen Nadeln, die kleinen Gräupchen u. s. w., welche nur bei eintretendem Thauwetter fallen und ihre wahre Form durch Schmelzen verloren haben.

Es bleibt nur noch übrig einiger Eisbildungen zu erwähnen, denen unter den früheren Betrachtungen kein Platz gehörte. Ich nehme sie als Anhang der Schneebildungen, denn sie haben mit diesen die meiste Ähnlichkeit und sind von ihnen nur durch etwas geringere Ausbildung und Bestimmtheit der Formen unterschieden. Die ersten dieser Erscheinungen beobachtete ich am 23. Januar des vorigen Winters bei einer Kälte von — 20° R. Nachdem sich nämlich, bei anhaltendem Froste, die ersten Blumen am Fenster schon mit andern und immer neuen Lagen bedeckt hatten, welche mehrere Linien dick waren, bildete sich endlich ein Überzug von körnigem, lockeren, flockigen Eise, wahrscheinlich ein Niederschlag

der in dem geheizten und bewohnten Zimmer entstehenden Ausdünstungen. Mit bloſsen Augen war weder eine dendritische noch sonst eine Gestalt daran zu entdecken, mit der stärksten Vergröſserung der Lupe aber sahe man deutlich, wie die feinen Flocken aus bald einzelnen (Fig. c, d, e, f, g, h.), bald zusammengehäuften Kryställchen bestanden (s. Fig. 31.), welche unverkennbar eine 6-eckige Form hatten, oft mit vielen den Kanten parallelen Streifungen, ja ich sahe an einzelnen Gruppen noch mehr, daſs nämlich einzelne Kryställchen Flächen nach mehreren Richtungen zeigten (Fig. d.), wie man es bei keiner andern Art der Schnee- und Eisbildung erkennt. Diese hatten also wohl eine andre Richtung wie die andern und zeigten sich im Profil, während man bei den andern blos die Daraufsicht hatte. Auch einzelne knieförmige Krystalle sahe ich mit Zuschärfungen an den freien Enden (Fig. e, f.), wahrscheinlich unvollständige 6-seitige Krystalle. Stellenweis waren sie alle nach einer Richtung gelagert. — Die andern Eisbildungen am Glasfenster sind den Schneesternen, besonders den mehrstrahligen, ganz ähnlich, nur in der Sicherheit und Schärfe ihres Baues unterscheiden sie sich von diesen wesentlich. Dem allgemeinsten Character nach kommen sie den befiederten der genannten (1sten) Art gleich, nur sind ihre Strahlen wo möglich noch dichter mit schiefwinklig angeschossenen Kryställchen bedeckt, und man wundert sich, daſs sie nicht confluirten und einen blattförmigen Krystall vorstellten.*) Nur die oft abweichende Zahl und veränderliche Länge ihrer Strahlen, so wie deren Winkel-Verhältniſs zu einander, geben den Haupt-Unterschied. Nicht allein daſs sie 6-, 8- bis 12-strahlig sind, sondern es kommen sogar 5-strahlige vor (F. 30.), also zum Beweise, daſs dieses so zufällig ist, daſs es gar nicht für die Feststellung der bei den anorganischen Körpern vorkommenden Zahlen benutzt werden kann. Vielleicht lieſse sich die Erscheinung so erklären: Es ist allerdings ein dem Schneestern ähnlicher Körper, und die Zahlenverschiedenheit ist nur Folge der durch die fremde Unterlage gestörten Regelmäſsigkeit, so daſs aus dem 6-strahligen Stern ein 4- und 5-strahliger confluiren und wiederum durch Theilung einzelner oder aller Strahlen ein 8- und 12-strahliger werden konnte, wie es in der organischen Natur, namentlich bei den Geschlechts-

*) Überhaupt scheint das Confluiren an fremden Gegenständen nicht so leicht zu erfolgen wie in der freien Luft, wenigstens erkennt man selbst an den dicht gedrängtesten Gruppen die einzelnen Kryställchen als deutliche, hervorragende Streifungen, während der Schnee doch sehr häufig tafelförmige Krystalle, so durchsichtig wie Glas, bildet.

theilen der Pflanzen, vorkommt (s. oben). Dafs durch die fremde Stütze eine Störung veranlafst wird, ähnlich wie sie in der Blumenbildung der Gewächse sich zeigt, beweiset der in Fig. 30. abgebildete Krystall der eben beschriebenen Art, dessen eine Seite luxurirend ausgebildet wurde und dessen andere verkümmerte. Auch bei den mineralischen Bildungen kommen ähnliche Erscheinungen vor, denn man sieht sternförmige Weifs-Bleierz-Zwillinge, an denen die eine Seite auf ähnliche Art verkümmert ist, und die andere vorherrscht. — Einmal fand ich diese schönen schneeähnlichen Sterne in einem wunderbaren Verhältnifs zu ihrer Umgebung. Bei starker Kälte nämlich war ein Fenster mit gleichförmig gekörntem Eise dicht befroren und nur hin und wieder sah man zollgrofse runde, scharf umschriebene, bald einzeln bald gruppenweis stehende, durchaus vom gekörnten Eise entblöfste, Stellen, in deren Mitte sich ein Eisstern der eben beschriebenen Art frei und schön im klarsten Glase auskrystallisirt fand. Ich erkläre mir die Erscheinung so: Der durchsichtige, blanke Theil des Glases hatte in einem gewissen Umkreise seine Feuchtigkeit hergegeben um in dem Mittelpunkt einen Eisstern zu bilden. Die Anziehung der zu einer regelmäfsigen Form nöthigen Eistheilchen hatte sich in gleichen Abständen vom Mittelpunkte ausgebreitet, und wo die Anziehung nicht mehr hingedrungen war, blieb die körnige, undurchsichtige, formlose Eisbildung.

Indem wir bei den anorganischen Körpern dem angenommenen Gange unserer Untersuchungen gemäfs uns von der Betrachtung der Gruppirungen (Dendriten) zu den gruppirenden Einzelnen wendeten und unter diesen zuerst die unvollkommensten, einfachsten Krystalle, den Schnee, beschrieben, so verweilen wir zuletzt in diesem Reiche bei den vollkommensten Körpern, den Mineralien oder Fossilien. Bei ihnen ist die Eigenthümlichkeit der Krystallisation, vermöge ihrer stärkeren Cohäsionskraft, in jedem Theilchen, es sei noch so klein, wiederzuerkennen. Bei ihnen können wir sogar die sehr bestimmte Neigung der Flächen gegen einander durch Instrumente genau ermitteln, und dadurch eine Sicherheit in der Beschreibung der Formen erlangen, die wir nirgends wieder so finden. Es tritt in ihnen höchst bestimmt und charakteristisch die Gestalt der Species hervor, und es regen sich in ihnen schon mannigfaltige Triebe der Abwechslung und ein gewisser Gang von der Entwicklung der regelmäfsigsten Körper bis zu der Ver-

wandlung der unregelmäfsigsten, gerade wie die organische Natur mit regelmäfsigen und verzerrten, mit deutlichen und larvirten Formen spielt. Wie überall, so legen wir auch hier dem Begriff gewisser Bildungslinien den Namen Axen bei. Ihre Anwendung erschien hier sogar so wichtig, dafs man nach ihrem Verhältnisse zu einander die Grundlage von Systemen gebaut hat. Es ist freilich wahr, dafs ihre, einer angenommenen Stellung der verschiedenen Krystalle angepafste, Richtung dem strengen Mathematiker etwas willkührlich erscheinen mufs, und dafs die Wahrheit dieser Annahme, welche erst aus der Erfahrung in der Bildungsgeschichte der verschiedensten Krystalle erkannt werden kann, zu viel voraussetzt. Allein ihr Gebrauch ist doch bequem und verschafft sich nach und nach Freunde. Eben so versuche ich meine Überzeugung von der Zweckmäfsigkeit des bei der Beschreibung der Krystalle von Weifs eingeführten Wortes *„Glied"* auszusprechen, weil es mir namentlich für ein vergleichendes Studium der Naturkörper wünschenswerth scheint den Theilen einen analogen Werth zu geben, indem sie auch noch dadurch in die Rangordnung von *Gliedern* treten, dafs sie bald vollständig und im Gleichgewicht da sind, bald überwiegend oder zurücktretend werden, oder wohl ganz verdrängt und nur geahnt werden können. Weifs zeigt durch seinen Ausdruck *„gliedrig"* das Verhältnifs von gleichem Werthe gewisser Kanten und Flächen der Krystalle an, also wo diese gleich geneigt sind gegen die Axe. Nur Glieder mit verschiedenen Richtungen werden als verschiedene (von vorn) gezählt, so dafs es also *gleichgliedrige* (ich möchte sagen *um und um gliedrige)*, 4-gliedrige, 2- und 2-gliedrige u. s. w. giebt, wo immer das Wort gliedrig mit seiner Zahl die gleiche Neigung andeutet.

Um bei den Krystallen den Gang der Entwicklung zu studiren und Nutzen für höhere Analogien der Bildungsgesetze zu ziehen, hat mir kein krystallographisches System so zugesagt wie das von Weifs *(s. Abhandl. der Akad. der Wissensch. in Berl., aus d. Jahren* 1814 — 1815*, im Auszuge auf einer Tabelle von mir)*. Es zerfällt in mehrere kleinere Systeme und ist gegründet auf die Anzahl, die Richtung und die Länge gewisser Dimensionen *(Axen)* der Krystall-Körper. In einer grofsen Gruppe (drei-axige Systeme) sind drei solcher Axen, welche, immer rechtwinklig sich durchschneidend, in der Länge entweder einander gleich *(gleichaxige Systeme)* oder verschieden sind *(ungleichaxige Systeme),* und in einer andern Haupt-Gruppe (vieraxige Systeme) nimmt Weifs vier Axen an, welche nach ihm aber auch in einem drei-axigen Zusammenhange denkbar sind und so also den an-

dern näher ständen.*) Als einen Centralpunkt oder einen gemeinschaftlichen Vergleichungspunkt beider sieht er das System an, in welchem Gleichheit des Gestaltungsactes in den drei Dimensionen herrscht *(reguläres, sphäroëdrisches System)*. Während er dieses den übrigen Systemen (nämlich dem sechs- und dem drei- und drei-gliedrigen, so wie dem vier-gliedrigen, dem zwei- und zwei-, dem zwei- und ein-gliedrigen, und dem ein- und ein-gliedrigen) entgegenordnet, möchte ich diese lieber wie von jenem abgeleitet ansehen: denn, gleich wie sich bei Pflanzen und Thieren eine gewisse Verzweigung der Formen-Verschiedenheit findet, oft von dem regelmäfsigsten Typus fort bis zum unregelmäfsigsten, selbst in einer und derselben Familie, eben so stelle ich mir die Verzweigung des regulären Krystall-Systems vor, indem es von seiner, der Kugelgestalt sich am meisten nähernden Form, zur Gestalt eines Sphäroïds abweicht und so eine Ungleichheit der Dimensionen durch Vorherrschen der einen und Zurücktreten und Untergeordnetsein der andern eintritt. Durch diese Entzweiung der Axen aus der ursprünglichen Gleichheit im gleich*axigen* oder gleich*gliedrigen (regulären) Systeme* wird gleichsam die regelmäfsigste Blüthe der krystallisirenden Kraft aufgelöst, und es finden sich nun durch Vorwalten der einen oder der andern Axe die mannigfaltigsten Gestalten, bald in pyramidaler, bald in prismatischer Form, bald aus beiden zusammengesetzt (ungleich*axige,* ungleich*gliedrige Systeme)*. In der Kugel-Annäherung des gleichaxigen Systems wufste man nicht was oben oder unten, oder was rechts oder links, oder vorn und hinten war, die 6 Pole fanden sich gleich, wie sich die Axen gleich waren, ohne dafs eine vorherrschte oder zurücktrat. Es entsteht nun in den ungleichaxigen Systemen eine Differenzirung der Pole, die sich in dem ganzen, von Beispielen an Formen hergenommenen Umfang durch ihre, von den andern unabhängige, Entwickelung so bestimmt charakterisiren, dafs man nicht mehr in Ungewifsheit ist, wie die Stellung des Krystalls zu nehmen sei, d. h. es tritt ein bestimmter Unterschied ein zwischen End- und Seiten-Krystallisation. Anfangs bleibt auch hier noch eine schwache Erinnerung an das reguläre (gleichaxige) System: indem sich nämlich nur die eine (Längen-) Axe den andern beiden (Quer-) Axen entfremdet und diese noch gleich unter sich bleiben *(zwei- und ein-axiges System)*, wird

*) Weifs vermuthet, es könnten die drei, unter Winkeln von 60° sich schneidenden, (Quer-) Dimensionen seiner *drei- und ein-axigen Systeme* aus zwei untereinander, so wie gegen die dritte (Haupt-, senkrechte) Dimension rechtwinkligen entsprossen sein.

wird der in ihre Ebne gelegte, halbirende Querschnitt ein Quadrat; es läfst sich also hier nur ein Quadrat darstellen, während im Würfel des regulären Systems drei möglich waren. Vermöge dieser Gleichheit der beiden (Quer-) Axen mufsten auch alle gegen die dritte (Haupt-) Axe geneigte (4) Glieder gleich sein, es hielten also noch je vier Glieder zusammen (daher auch *viergliedriges System).* — Jetzt veruneinigen sich auch die beiden andern (Quer-) Axen, so dafs diese sowohl unter sich als auch gegen die dritte ungleich sind, also die eine, und noch eine gesondert dastehen [ein- und ein- (und ein-) axige Systeme].

In diesem ein- und einaxigen Systeme bilden sich nun wieder 3 verschiedene Systeme, indem sich zuletzt aufser der Entzweiung der Axen auch noch eine gänzliche Entzweiung der Glieder einstellt. Während diese nämlich noch anfangs, der Anweisung ihrer Axen folgend, zu je zwei, also zu Paaren, zusammenhalten *(2- und 2-gliedriges System)* [und sich vom viergliedrigen Systeme nur durch das Zerfallen der 4 in 2 und 2 unterscheiden], tritt endlich, ohne weitere Axen-Veränderung, ein Verdrängungs-Verhältnifs in diesen beiden Paaren ein, und nachdem das eine Paar schon ganz verschwunden ist, und nur noch das andre Paar (als Zuschärfungsflächen) übrig blieb, wird auch dieses uneinig, und die eine Fläche herrscht vor, die andere tritt zurück *(2- und 1-gliedriges System).* Modificationen dieses Systems sind, dafs entweder nur die eine Fläche allein herrscht, oder dafs noch kleinere Flächen als Nebenbuhler auftauchen, die aber in der Gröfse, Ausdehnung und in der Lage gegen die Axe sich ganz anders verhalten, so dafs also vordere und hintere Seite des Krystalls völlig verschieden, und nur rechte und linke Hälfte sich gleich und umgekehrt ähnlich sind. Die merkwürdige, diesem Systeme ausschliefslich angehörige Eigenschaft, in sich selbst mehrere Entwicklungsstufen zu zeigen, erinnert sehr lebhaft an die Bildung vieler organischer Körper, namentlich Blumen, deren vordere und hintere Hälfte unähnlich, deren rechte und linke aber ähnlich sind. Auf die unterste, dritte Stufe dieser ein- und einaxigen Systeme, wo nun das Zusammengehören von Paaren gänzlich verschwindet, lasse ich uns Weifs mit seinen eignen Worten führen, welche den Zusammenhang mit den vorigen Systemen in gedrängter Kürze wiederholen und die ganze Eigenthümlichkeit dieser Vorstellungsart aussprechen: „Vertrauter geworden mit jenem allmäligen Verschwinden gewisser Glieder aus einer gröfseren, harmonisch zusammengeordneten Mehrheit, leitet uns die Spur, welche wir in Auffassung und Deutung der Gestalten der vorigen Abtheilung verfolgten, deutlich genug in eine

neue hinein, in welcher ein zweites Verdrängungsverhältnifs auch zwischen die Glieder desjenigen Paares von Flächen sich einsetzt, welches in dem zwei- und eingliedrigen Systeme im Ebenmafs und Gleichgewicht vollständig vorhanden war. Jetzt denken wir uns gleichen Zwiespalt, gleiches Zurücksetzen und Verdrängen zwischen ihnen, wie vorhin, und zwischen dem, was uns im zwei- und eingliedrigen Systeme schief angesetzte Endflächen, im zwei- und zweigliedrigen ursprünglich Zuschärfungsflächen oder Flächen des zweiten Paares bedeutete; denken wir uns statt der verdrängten Glieder, wie oben, neue abgeleitetere, von den verdrängten wie von den bleibenden verschiedene im Werthe und in der ganzen Stellung im System; denken wir uns in Allem, was weiter abgeleitet werden mag, durchaus dem Einzeln – sich – vorgedrängt – haben der ersten Glieder gemäfs, lauter einzelnstehende, neue Glieder, deren Entgegengeordnete nur über die unmittelbare Anschauung hinaus durch den Gedanken allein ihnen entgegen zu halten sind, so befinden wir uns vor dem Gebiete der ein- und eingliedrigen Formen, andeutend, wie jedes Glied (nebst seinem parallelen) einzeln stehend in seiner Erscheinung, doch wohl ein aus seiner ursprünglichen Zweiheit herausgerissenes sein könne, indem wir schon früher von ursprünglich einander entgegengeordneten Gliedern eins oder das andere in der Erscheinung zurückweichen sahen."

Wenn es nun auch scheint, dafs die vieraxigen Systeme, nämlich das sechsgliedrige und das drei- und dreigliedrige, ganz isolirt daständen, so beugt dem Weifs schon selbst vor, indem er beweist, wie diese einen innerlichen Zusammenhang haben mit dem regulären Systeme und durch dieses mit den übrigen, denn nicht allein der Würfel könnte durch veränderte Stellung (auf die Ecke) den drei- und dreigliedrigen Formen analog werden, sondern auch das Octaëder (in der Stellung auf die Fläche), u. s. f. Der Zusammenhang des sechsgliedrigen Systems liegt schon entfernter und kann erst durch das drei- und dreigliedrige vermittelt werden. Während es sich am weitesten von dem Normalsystem entfernt, erscheint es als eine andere Art von Gipfel, und in einer eigenen Vollendung der krystallinischen Gestalt.

In dem vorigen sind bereits so viele Andeutungen im Allgemeinen gegeben über die Verwandschaft, welche die Schöpfungen der organischen Natur mit der Mutter der anorganischen Natur haben, dafs ich mich hier nur noch auf einzelne, für diese Untersuchung passende Züge aus der Pflanzen- und Thierwelt

einlassen darf, um nicht die Grenzen meines Plans zu überschreiten. Derselbige Dendritismus des Eis- und Steinreiches, dieselbe Ansicht von Entwicklung dieser (aus confluirten Krystallen bestehenden) Dendriten zur ausgebildeten Blüthe, den freien Krystallen, leitet uns auch in die Reiche der Pflanzen und Thiere, und lehrt uns, wie hier die Materie im Ganzen und Einzelnen von der bildenden Kraft gruppirt wird, und wie sich hier die Blüthe auf dem höchsten Gipfel des Lebens zur höchsten Vollkommenheit entwickelt, indem bei den höheren Thieren an den Polen des grofsen Arterienbaumes die edelsten Glieder zur Wahrnehmung, Erzeugung und Fortbewegung anschiefsen und bei den Gewächsen meist am Ende des grofsen oder kleinen Bäumchens die zartesten Organe der Fortpflanzung sich ausbilden.

Also auch hier kommen wir überall auf das grofse Gesetz der Axen-Ausströmung und Centralbildung zurück, welche indessen in ihrer Regelmäfsigkeit immer mehr gestört werden, je höher wir zum uneingeschränkten Leben in der Thierwelt hinaufsteigen. Bei den Pflanzen folgen selbst die einzelnen Theile diesem Gesetze: Stamm und Wurzel haben ihren Indifferenzpunkt, von welchem aus sie nach verschiedenen Seiten fortwachsen: Die Wurzel theilt sich wieder von einzelnen Punkten aus, und jeder gröfsere Zweig derselben hat wieder seine kleinere Seitenverzweigung. Sogar die Erinnerung an die Verzweigung der rechtwinkligen Dendriten geben viele junge Wasserpflanzen, indem die Wurzelfasern aus den erst eben aus dem Embryo entwickelten Würzelchen, rechtwinklig hervordringen, zuweilen nur nach 2 Seiten gerichtet. Der Stamm theilt sich in Zweige, welche meist mit Blättern besetzt sind: Bald ist es schon die Anordnung der Zweige, welche das in der anorganischen Natur so oft berührte Gesetz der bestimmten Richtung verräth, wie wir bei vielen bekannten Bäumen, Sträuchern und Stauden z. B. *Viburnum opulus, Evonymus europaeus,* mehreren *Phlox*-Arten u. s. f. sehen, dafs das untere Paar der opponirten Äste nach Norden und Süden, und das obere nach Westen und Osten gerichtet ist, und wie man an dem Exemplar der seltenen *Araucaria excelsa,* welches sich im hiesigen botanischen Garten befindet, die Äste am ganzen Stamme zweireihig stehen sieht, und wie bei *Thuja occidentalis* und *orientalis* nur die Nebenästchen in dieser zweifachen Richtung verzweigt sind: Bald spricht sich dieses erst in der Anordnung der Blätter aus, und hier um so deutlicher, je näher die Blätter über einander stehen (z. B. *folia quadrifariam imbricata)* und man, von oben auf sie gesehen, ein ähnliches Kreuz

bemerkt wie bei manchen kleinen Silberbäumchen. In der Bildung der Blätter selbst treten diese Gesetze wieder in einer andern und erweiterten Beziehung auf, indem sich hier die zwischen den Rippen (Strahlen) ausfüllende Masse einfindet: Der Blattstiel als Stütze des Blattes hat wieder seine Wurzel im Kleinen und erhebt sich bis zu dem Indifferenzpunkt, von welchem aus sich, gleichsam neben dem Stamme, die Blattsubstanz ausbreitet. Auf ähnliche Weise, wie der Holzstamm zuweilen bis unten hin mit Zweigen bekleidet wird, bildet sich als typus speciei am Blattstiel entlang Blattsubstanz, bei einigen Neuholländischen Acacien, als Alters-stadium beständig und so auffallend, dafs man das Verschwinden des wahren Blattes und den Auftritt des Blatt werdenden Blattstiels stufenweise verfolgen kann. — An dem Blatte ist als Träger der Blattsubstanz entweder nur eine Hauptrippe, oder es sind mehrere: im letztern Falle kommen diese aus einem Central-Ausströmungspunkt (ich meine z. B. das *schildförmige Blatt),* oder sie strömen von der Basis des Blattes aus (wie z. B. an vielen herzförmigen Blättern u. s. f. recht schön zu sehen). Der Blattformen mit wahrer Central-Ausströmung giebt es freilich nur wenige, aber, dafs diese öfter da sein würde, wenn nicht gewisse hemmende Ursachen einwirkten, zeigen die häufigen Annäherungen an diese Bildung, indem die Blattsubstanz vieler Blätter sich weit diesseits der Basis des Blattes und der Mittelrippe ausbreitet, und sich dann auch zuweilen so innig berührt, dafs sie mittelst einer deutlich wahrnehmbaren Naht (welche, nebst dem kleinen Einschnitte, bei manchen Blättern sogar als typus speciei erscheint) verwächst (wie ich es ganz vollkommen *schildförmig* bei Lindenblättern und tutenförmig bei Rosen- und Kleeblättern beobachtete), und so gut ein *folium peltatum* bildet wie bei *Tropaeolum majus* und bei *Hydrocotyle,* wo die Species *vulgaris, bonariensis* u. s. w. Blätter mit der Naht und die Species *leucocephala, repanda* u. s. w. Blätter ohne Naht haben. Wenn es hier auch kein regelmäfsiger Stern mit gleich langen Radien ist, so bleibt die dem Stamm zugekehrte Seite meist kleiner als die abgekehrte, was natürlich ganz in der Ordnung ist. Eine belohnende Arbeit wäre es noch, Untersuchungen über die Winkel anzustellen, welche in der Verzweigung der Blatt-Rippen vorkommen. Bei denjenigen, welche ich in dieser Hinsicht prüfte, zeigten sich freilich oft Abweichungen an einem und demselben Blatte, es stimmen viele aber auch genau überein, selbst von verschiedenen Bäumen derselben Art; es ist daher wahrscheinlich, dafs sich für gewisse Arten feste Zahlen finden liefsen, natürlich mit häufigen Abweichungen, die aber, wie bekannt, in der organischen Na-

tur überall und in allen Theilen mehr oder weniger häufig vorkommen. Blätter mit einer grofsen und unebenen Oberfläche haben auch bedeutende Schwankungen in der Gröfse der Winkel der von der Basis kommenden Rippen; bei den kleineren Blättern dagegen, wo eine Haupt-Blattrippe die Seitenrippen abschickt, sind die Winkel constanter, so z. B. bei den Blättern der Pflaumen ungefähr 30°, bei Linden 38—40°, bei Flieder und Apricosen beinahe 50°, beim Wallnufsbaum ziemlich beständig 55°, und bei Birnen fast 70°. — Ferner gäben die übrigen Bedingungen der Blattbildung, Zähnung und Kerbung oder tiefere Spaltung der Blätter etc. noch reichlichen Stoff zur Bestätigung der erwähnten Analogien.

In der Blume nun, und manchesmal auch im ganzen Blüthenstand tritt das Gesetz der centralen Ausströmung in der vollkommensten und schönsten Art hervor. Wenn nicht gewisse, durch Nachbarschaft einander störende Kräfte eintreten, wie wir sie in der Reihe von Pflanzen sehr häufig sehen, so bildet der Stamm, Zweig oder Blumenstiel die Axe, an deren Endpunkt sich Blumen mit der vollkommensten Regelmäfsigkeit der Theile bilden: Selbst in den Pflanzen-Familien, wo diese Regelmäfsigkeit durch gewisse Einflüsse des Blüthenstandes gehemmt ist, sucht sie sich zuweilen per monstrositatem frei zu machen, und giebt dann den deutlichsten Beweis von der nach allen Seiten symmetrisch ausstrahlenden Kraft des Endpunktes. Oft bildet der Fruchtknoten mit seinem axenständigen Samenträger und seinen Scheidewänden den regelmäfsigsten Stern; um ihn her lagert sich ein anderer, eben so regelmäfsiger Stern von Staubfäden, und alles wird von der nicht minder regelmäfsigen Sternform der Blumenhülle, an der sich gewöhnlich die ausfüllende Masse wieder einfindet und die so den niedern Organen der Blattreihe genähert wird, umgeben. Gleich wie bei den Schneekrystallen mehrere Sterne um einander her gelagert unterschieden werden können, deren Theile bald alterniren, bald einander korrespondiren, eben so correspondiren die Staubfäden mit den Kelchblättern und alterniren mit den Blumenblättern; die Blumenblätter dagegen korrespondiren sehr oft mit den Scheidewänden des Fruchtknotens und den Theilen des Griffels u. s. f. Auch die Staubfäden selbst alterniren in Hinsicht der Länge, und man wird, wenn man eine hexandrische Blume mit 3 längeren und 3 kürzeren Staubgefäfsen sieht, sehr lebhaft an die Figur des Schneesterns erinnert, dessen 3 längere und 3 kürzere Strahlen mit einander abwechseln.

Zuletzt versuche ich noch die Ähnlichkeit der Formen aus der anorganischen Natur mit ganz allgemeinen Zügen auch auf die in der Thierwelt vorkommenden

Formen auszudehnen und nur die bemerkbarsten Beispiele herauszuheben. Bei den niedern Thieren erinnert oft schon die ganze äufsere Gestaltdaran; ich darf z. B. nur des Namens „*Seestern*" erwähnen. Die Bedingungen, unter welchen diese Analogien sich nachweisen lassen, sind mannigfaltig und sehr merkwürdig. Die auffallendste Bildung der vom Centrum ausgestrahlten Sternform kommt in der Zusammenfügung der äufsern Bedeckung gewisser Thiere vor, und diese Hülle ist es ja ohnehin, welche am schwächsten organisirt ist, also, ohne grofsen Widerstand leisten zu können, die unmittelbarsten Ausdrücke der allgemeinen Bildungskraft an sich trägt, indem selbst die *figura sexangula* hier wiedergegeben ist. Am unverkennbarsten bemerkt man dieses bei den beschildeten Amphibien, namentlich bei einigen Schildkröten, Schlangen, Eidechsen. Das Schild der meisten Schildkröten besteht immer aus mehreren Reihen mehr oder weniger regelmäfsiger, polygoner Platten. Um die rechte Form, d. h. die hexagone herauszufinden, mufs man die Schilder in der Mittellinie längs der Wirbelsäule oder der Mitte des Kopfes betrachten: sie sind bei vielen Schildkröten und einigen Eidechsen-Arten vollkommen 6-eckig, und haben bei *Testudo tabulata* noch andere auffallende Ähnlichkeit mit der Gestalt eines tafelförmigen Schneesterns, indem sich in der Mitte ein kleineres Hexagon findet, von dessen Winkeln Radien ausgehen, deren Enden durch die Kanten des äufsern, grofsen Hexagons verbunden werden; diesen längsten Kanten des äufsersten Sechsecks laufen unendlich viele, kürzere parallel bis zu den Kanten des innern Hexagons hin. Die andern Schuppen, welche neben dieser Mittellinie auf der abfallenden Wölbung des Schildes gelagert sind, bleiben nicht mehr so regelmäfsig und symmetrisch, indem ihre obern, der Mittellinie am nächsten liegenden Hälften kleiner und kürzer, und die abgewendeten gröfser und länger werden, also den Blumenbildungen zu vergleichen, bei welchen die dem Mittelpunkt naheliegenden Theile verkümmern und die abgewendeten luxuriiren. Sehr regelmäfsige Schuppen und Zeichnungen finden sich auch bei den Fischen, sehr bestimmt hexagonal namentlich bei dem Kofferfisch *(Ostracion)* über dem ganzen Rücken. Unter den höheren Thieren ist der Typus solcher schuppigen Bildungen bei den Gürtel- und Schuppenthieren am meisten ausgesprochen. Überhaupt scheint es, als entwickelte sich dann diese regelmäfsige Bildung oft, wenn die Haarbildung zurücktritt, denn der fast haarlose Biberschwanz ist mit gröfstentheils penta- und hexagonalen Schuppen bedeckt, selbst bei vielen andern Nagern, wo der Schwanz immer kahl ist, oder es im Alter erst wird, bemerkt man mehr oder weniger regelmäfsige Schup-

penbildung. Die Schilder und Schienen an den Füfsen der Vögel liefern ebenfalls viele Beispiele. Bei manchen Krebsen ist die ganze obere Bedeckung nur ein Schild und zwar unverkennbar ein Sechseck: Zwei Winkel liegen hier nach vorn, sie werden durch den Stand der Augen bezeichnet; zwei Winkel liegen zur Seite und sind fast bei der ganzen Gattung *Portunus* in einen Stachel verlängert; zwei liegen nach hinten, und sind zuweilen auch durch kleine Protuberanzen bezeichnet.

An die Übersicht der Formen-Verschiedenheiten bei den Naturkörpern schliefst sich die Vergleichung der darin vorkommenden Zahlenverhältnisse so innig an, dafs man bei jenen schon theilweise diese mit berühren mufste. Im allgemeinen ist bei den anorganischen Körpern viel sicherer und bedeutungsvoller von Zahlen zu sprechen als in der organischen Natur, wo sie sogar individuellen Abweichungen häufig unterworfen sind. Wie wenig diese letztere sich an Zahlen bindet, sehen wir auch aus den so häufig mifslungenen Versuchen, ihre Lebensäufserungen dem Calcul zu unterwerfen. Der Mathematiker steht mit seinen Rechnungen den Krystallen näher wie den Pflanzen und Thieren. Überhaupt ist, wie ich glaube, die Auffindung von Zahlen zuweilen mifsverstanden worden, namentlich in der Darstellung des thierischen Baues. Die Zahl mufs sich klar und ungezwungen ergeben, ohne dafs man ihre Existenz durch Hypothesen beweiset. Die rechte Zahl versteckt sich allerdings zuweilen in der Mehrzahl von Individuen, taucht dann aber doch ausnahmsweise mit einemmale hervor, oder ihre Alteration läfst sich auf andere Art durch eine Bildungsreihe beweisen. Ich unterscheide erstens eine Zahl in der höchsten Bedeutung, als durchführbar oder ausschliefsbar in einem ganzen Reiche, und dann dieser untergeordnet, wenn gleich mit ihr zusammenhängend, in jedem Reiche mehrere Zahlen, welche einzelnen Familien und Gruppen eigen sind, und sich entweder blos einmal finden, oder sich in mehreren Theilen wiederholen. Das allgemeinste, was sich da finden läfst, ist die Eigenthümlichkeit der organischen Natur, die Zahl 5 und ihre multipla oft zu entwickeln, die in der anorganischen Natur durchaus nie erscheint. Alle übrigen, möglichen Zahlen kommen in beiden gemeinschaftlich vor.

Bei den anorganischen Körpern könnte man über das Auffinden der Zahlen in Verlegenheit sein. Man mag aber rechnen wie man will, so bekommt man immer die eigenthümlichen characteristischen Grundzahlen, aus denen sich durch

Multiplication alle hier möglichen finden lassen und immer die 5 ausschliefsen. Ich meine, man mag blos die angenommenen Axen (3 oder 4) zählen, oder die Flächen der Glieder. Interessanter und belehrender ist aber offenbar die letztere Zählungsart, denn in den Gliedern tritt erst die Mannigfaltigkeit und das den einzelnen Systemen Eigenthümliche hervor, und ist in so fern auch eher der Mannigfaltigkeit der organischen Zahlen zu vergleichen, wo wir auch nicht nach Axen zählen, sondern nach gewissen Gliedern, ob sich z. B. eine Pflanze mit 4, 5, 6 oder 7 Staubgefäfsen verzweigt u. s. w., oder ob bei den Thieren die Extremitäten-Glieder sich an der Spitze 5-fach vertheilen, oder 4-fach u. s. w.

Wenn ich also bei den winkligen Dendriten des Eises und der Steine durch die bestimmte Richtung der Verzweigung schon den Anfang einer, wenn gleich sehr einfachen Zahlenbestimmtheit finde, und durch die vollkommensten Eisbildungen, die Schneesterne, den Übergang zu den um und um entwickelten Krystallen der Mineralien mache, so fange ich mit der 2 oder der 4, der 3 oder der 6 an, und habe darin wirklich die Prototypen aller übrigen anorganischen Zahlen, welche in dem Weifs'schen System sehr klar entwickelt sind. In dem regulären Systeme, wo durch die Gleichheit der drei rechtwinkligen Dimensionen eine 48mal mögliche Abänderung der Ebne mathematisch denkbar ist, können 48 Flächen auch wirklich beim Pyramiden-Granatoëder *(Hexakisoctaëder* Weifs) (also viermal 12 neue Flächen als Pyramiden auf den Rhombenflächen des Granatoëders) nachgewiesen werden, indem entweder die 6 Ecken eines Octaëders sich 8mal, oder die 8 Flächen eines Würfels sich 6mal verflächen. Durch das eigenthümliche Gesetz des Zusammenfallens mehrerer Flächen in eine, werden nun die in der Natur häufig erscheinenden 24-, 12-, 8-, 6- und 4-Flächner gebildet, bald durch symmetrische Reduction, bald durch hemiëdrische (wo über's Kreuz die einen opponirten Flächen schwinden und die andern herrschend werden), so ist namentlich die 4 (im Tetraëder) nur als hemiëdrische der 8 (des Octaëders) denkbar. — Wenn in den andern Systemen diese Zahlen sich vereinfachen, so ist dieses eben Folge der gestörten Gleichheit der 3 Dimensionen, indem im viergliedrigen Systeme die eine unabhängig von den beiden andern wird und nicht mehr an allen Polen dieselbe Verflächung gleich vielfältig vorkommen kann. Die hier gröfst-möglichste Anzahl von Flächen 16 war in der 48 der vorigen verdreifacht; sie löfst sich in 8 und 4 auf (wie jene in 24 und 12), und unterscheidet sich in der weiteren Art des Zusammenfallens nur dadurch, dafs sie, (nicht wie jene, welche von 12 auf 8, 6 und 4 abstieg)

abstieg) abermals auf die Hälfte (2) geht. Im zwei- und zweigliedrigen Systeme ist die Zahl der gleichen Flächen gar nur 8 und vereinfacht sich auf 4 und 2. In dem durch die verschiedene Anzahl und Richtung der Dimensionen bestimmten, sechsgliedrigen Systeme kommt das Maximum der Flächen-Zahl auch nur auf 24 und reduzirt sich auf 12, dann auf 6, und dann plötzlich auf 2 in der geradangesetzten Endfläche des sechsseitigen Prisma's. Das für hemiëdrisch angenommene drei- und dreigliedrige System kann also nur bis auf 12 Flächen kommen, und steigt dann ebenfalls auf 6 und 2.

Aus dieser speziell aufgeführten Übersicht der Zahlen, deren entsprechende sich untereinander ohne Bruch theilen lassen, erhellet zur Genüge, dafs die Reduction der Flächen nie durch einzelnes Wegfallen vor sich geht, so wie wiederum die Vervielfältigung immer wenigstens an zwei Punkten zugleich geschieht, dafs also nie eine 5, 15 u. s. f. vorkommen kann.

In der organischen Natur dagegen ist keine Zahl ausgeschlossen, gewifs deshalb, weil die länger in Wirksamkeit bleibenden Lebensbewegungen sich von der Strenge der opponirten Zahlen frei machen und auch eine Alternation annehmen konnten. Man kann sich die Entstehung der 5, namentlich in der Blumenbildung, durch einzelnes, unpaariges Verdrängen oder Vorherrschen denken, welches vielleicht zu einer Zeit eingetreten ist, wo sich ein bestimmter Typus der Gewächse erst entwickelte, denn, wenn die Zahlen einmal ins Schwanken kommen, thun sie bald diesen, bald jenen Schritt. So waren an einer grofsen Anzahl von mir beobachteter Lippen- und Rachenblumen, bei denen doch meist die 4 oder 2 in den Staubgefäfsen typus speciei ist, und bei welchen die rechte Zahl (5) nur selten, und zwar immer mit der regelmäfsigen Blumenform gemeinschaftlich zum Auftritt kommt *(Pelorien)*, die 5-theiligen Pelorien wohl die herrschenden, allein sehr oft sahe ich auch die am nächsten anliegenden Zahlen 6 und 4 sowohl in den Blumenkronen-Zipfeln als in den Staubgefäfsen, viel seltener die 7 und die 3, und nur ein einziges Mal bemerkte ich bei *Antirrhinum majus* eine 8. Bei meinen Bemühungen, Fälle für die Erklärung solcher Zahlen-Veränderungen zu sammeln, sah ich sowohl aus der 6 (besonders bei Liliaceen, wie *Tulipa, Hyacinthus, Ornithogalum* etc.), durch stufenweis zu beobachtende Theilung des einen oder andern Staubgefäfses eine 7 und 8 werden, wie auch z. B. bei *Lycium* als einzelne Ausnahme die 5 zur 6, und bei *Berberis* in der Terminal-Blume fast als Regel die 6 zur 5 sich umwandeln, u. s. w. Eben so schön lassen sich die Stufen der Übergänge aus

einer Zahl in die andere beim Fruchtknoten beobachten, z. B. beobachtete ich besonders häufig bei *Ornithogalum villosum*, dann aber auch bei Narcissus und Hyacinthus, wie das 3-eckige germen, sehr regelmäfsig rechtwinklig 4-eckig, auch 5- und 6-eckig wurde; ging es darüber hinaus, dann fehlte die Regelmäfsigkeit. Dafs Zahlen-Abweichungen auch wohl einmal bleibend werden, zeigt z. B. die gemeine *Capsella bursa pastoris,* welche als apetale Varietät ihre 6 Staubgefäfse constant in 10 verwandelt, gleich wie Pelorien constant vorkommen Ähnliches ist gewifs schon viel früher mit einer Menge Pflanzen vorgegangen, so giebt es in der Decandria ein *Cerastium semidecandrum* und eine *Spergula pentandra,* ja sogar eine triandrische Gattung *(Holosteum),* so wie es diandrische Gramineen und Cyperoideen u. s. f. giebt. Die Vermuthung von typisch gewordenen Monstrositäten wird wahrscheinlich, wenn wir ganze Gruppen offenbar verwandter Gewächse durch eine Zahlenverschiedenheit getrennt sehen. Dafs z. B. der Didynamia eine 5 zum Grunde liegt, beweisen die schon vorher erwähnten Fälle, wo die 5 sich bald im Rudiment zeigt, bald sich stufenweise zur vollkommnen 5 entwickelt. Da nun die diandrischen *Labiaten* und *Scrophularinen* mit den didynamischen eben so gewifs verwandt sind, so ist hier die 2 = 4 = 5. Einen ähnlichen Zusammenhang könnte man noch in vielen andern Familien verfolgen, und man käme auf diesem Wege der Untersuchung gewifs auf einzelne Cardinal-Zahlen.

Bei den Thieren bedeutungsvolle Zahlen zu finden, ist am schwersten. Abgesehen von vielen niederen Thieren, welchen, wie den niedrigsten Gewächsen, eine Zahl ganz abgeht, herrscht hierin nicht allein in Klassen und Ordnungen Verschiedenheit, sondern selbst in dem Individuo. Wenn mir gleich selbst bei den höchsten Thieren die Zahl 5 Bedeutsamkeit in den Phalangen der Extremitäten zu erhalten scheint, so würde ich doch nicht bestreiten können, dafs in der Zahl der Halswirbel oder anderer Knochen, vielleicht gar in der regelmäfsigen Vertheilung von Nervenpaaren u. s. w. die rechte Zahl stecke. Erst in den untersten Klassen giebt es wieder hier und da eine unverkennbare Zahl, denn wer könnte bei den Radiarien wie *Medusa, Asterias* und *Ophiura* den vorherrschenden Typus der organischen 5 leugnen, welche nicht allein in den Strahlen, sondern auch oft in den Zeichnungen der Scheibe herrscht.

Erklärung der Kupfertafel.

Mehrere Reihen von mineralischen Formen, in natürlicher Gröfse dargestellt.

Fig. 1. Eine aus meiner Mineraliensammlung entlehnte, ganz in sich geschlossene Gruppe schwarzer *bogiger Dendriten* auf Kalkstein, welche sich um eine Längsaxe zu beiden Seiten und an beiden Polen verzweigt haben. Körperlich ist die Axe auf dem Steine nicht wahrnehmbar, sondern wird nur als Indifferenzlinie durch die von beiden Seiten dagegen anstofsenden Bäumchen bezeichnet (natürliche Gröfse).

Fig. 2. Eine unvollkommnere *Dendriten-Gruppe*, welche, dem Rande des Kalksteins entsprieſsend, nur einen belaubten Pol hat, ebenfalls aus meiner Sammlung (nat. Gr.).

Fig. 3. Mehrere schwarze, *bogige Dendriten* auf gemeinschaftlicher Wurzel, nach allen Richtungen im Mokkastein verzweigt, aus der Sammlung des Herrn Hoffmann.

Fig. 4. Ein ähnlicher *Dendrit* mit einem Stamm und einer Wurzel in einem, Herrn Hoffmann gehörigen Mokkastein.

Fig. 5. Ein mehr verbreiterter, confluirter, den Spongien oder Gorgonien ähnlicher, brauner Dendrit, aus einem ebenfalls Herrn Hoffmann gehörigen Mokkastein.

Fig. 6. Zwei *Dendriten* aus mehreren Gruppen gewählt, welche, in einem geschliffenen Bergkrystall eingeschlossen, Herr Hoffmann besitzt.

Fig. 7. Mehrere *rechtwinklige Kobalt-Dendriten* von Schneeberg nach einem Stück aus meiner Sammlung.

Fig. 8. *Schiefwinklige Wifsmuth-Dendriten*, aus meiner Sammlung.

Fig. 9. Mehrere Gruppen *schiefwinkliger Gold-Dendriten*, welche zu dem *Plattenförmigen* übergehen, aus meiner Sammlung.

Fig. 10. Eine Gruppe *bogiger Dendriten mit Krystallansatz* eines Andreasberger Schwefelkieses auf Thonschiefer, aus meiner Sammlung.

Verschiedene Varietäten von Schnee-Krystallen, sämmtlich vergröfsert; die copirten sind aus Scoresby (a. a. O.) pl. VIII, IX, X, XI.

Fig. 11. Der einfachste, 6-*strahlige Schneestern*, aus Scoresby (Fig. 6.) copirt.

Fig. 12. Ein 6-*strahliger Schneestern*, dessen Centraltheil schon tafelförmig geworden ist, und dessen einer Strahl an der Spitze einen kleineren, 6-strahligen Stern trägt, von mir in Berlin beobachtet bei — 4° R.

Fig. 13. Ein 6-*strahliger Schneestern*, dessen drei längere und drei kürzere Strahlen alterniren, mit blattförmiger Mitte und ganz verzweigten Strahlen, von mir beobachtet zu Berlin bei — 5° R.

Fig. 14. Ein 6-*strahliger Schneestern*, welcher ganz einfach war und nur an der Spitze eines jeden Strahls einen kleinen sechsseitigen Tafel-Krystall mit eingeschriebenem noch kleinerem trug, durch welchen die Radien hindurchgingen, die aus zwei dunklen Seiten und einer etwas helleren Mittellinie bestanden, von mir beobachtet bei — 3° R. — Fig. a. Einer der sechs Strahlen eines Sterns, um die deutlichen Zuschärfungen der Seiten-Kryställchen und den Bau der Hauptaxe zu zeigen, in welcher man 3 Linien unterschied, nämlich zwei dunklere Seiten- und eine hellere Mittellinie, besonders dargestellt, (stark vergröfsert), von mir beobachtet bei — 6° R.

Fig. 15. Ein 3-*strahliger Stern*, dessen Strahlen-Spitzen wieder dreitheilig sind, aus Scoresby (Fig. 95.) copirt.

Fig. 16. Ein 6-*strahliger Stern*, dessen Strahlen-Spitzen kleine 6-seitige Tafel-Krystalle tragen. Der mittlere tafelförmige Theil zeigt drei längere und drei kürzere Seiten, so dafs an der kürzeren Seite auch je zwei und zwei Strahlen sich mehr genähert werden, nach Scoresby (F. 92.).

Erklärung der Kupfertafel.

Fig. 17. Ein 6-*seitiger Tafel-Krystall*, um dessen mehr durchsichtige Mitte sich sechs kleine Kreisabschnitte mit, den Seiten der Tafel parallelen, Tangenten gebildet hatten, beobachtet von mir bei — 5° R.

Fig. 18. Ein Tafel-Krystall, in welchem die sechs, von der helleren Mitte ausgehenden, helleren Strahlen mit den als zugeschärfte Spitzen verlängerten Winkeln abwechseln, nach Scoresby (Fig. 56.).

Fig. 19. Ein Tafel-Krystall mit 3 längeren und 3 kürzeren Seiten aus Scoresby (Fig. 96.) copirt.

Fig. 20. Ein Tafel-Krystall mit mehreren eingezeichneten kleineren Tafeln, durch welche die 6 Strahlen mit doppelten Seiten hindurchgehen und als Dreizacke enden, nach Scoresby (F. 86.).

Fig. 21. Ein 6-strahliger Stern, dessen Strahlen an ihren Verzweigungen nach der ganzen Länge deutlichen Krystallansatz zeigen und den Anfang zur Tafelform auf eine eigenthümliche Art machen, nach Scoresby (Fig. 38.).

Fig. 22. Eine 3-seitige Pyramide (Tetraëder?) nach Scoresby (Fig. 47.).

Fig. 23. Eine 6-seitige Pyramide, nach Scoresby (Fig. 44.).

Fig. 24. Ein 6-seitiges Prisma mit geradangesetzten 6-seitigen Tafeln, nach Scoresby (Fig. 43.) und von mir beobachtet zu Berlin, bei — 7° R.

Fig. 25. Die vorige Gestalt mit 3 solcher 6-seitigen Tafeln, in denen die Ecken durch Strahlen verbunden sind, nach Scoresby (Fig. 45.).

Fig. 26. Ein aus einer einzelnen Axe bestehender Schneekrystall, deren Seiten abermals verzweigt waren, von mir beobachtet bei — 4° R.

Fig. 27. Ein 6-strahliger Schneestern (ε), gegen dessen Centraltheil mehrere andere Strahlen (β) mit Verzweigungen angeschossen waren, von mir beobachtet bei — 3° R.

Mehrere Eisbildungen, sämmtlich von mir am Glasfenster beobachtet und gezeichnet.

Fig. 28. Mehrere geradlinige, einfache Eisbildungen, welche (bei ε) mit rechtwinkligen, kurzen und undeutlichen Verzweigungen, und (bei α) mit bogigen Eisdendriten versehen waren (nat. Gr.) (s. S. 6.).

Fig. 29. Eine mit bogigen Dendriten terminirte Gruppe winkliger Eis-Dendriten, deren Hauptaxe auf der rechten Seite schiefwinklig, und auf der linken rechtwinklig verzweigt ist, (s. S. 10.) (nat. Gr.). Auf der linken Seite waren mehrere Nebenaxen schiefwinklig verzweigt. — Fig. b. Eine der Seiten-Axen, mit den gegen sie gerichteten Kryställchen, stark vergröfsert. — Fig. c. Eine besondere Varietät dieser Kryställchen.

Fig. 30. Ein unregelmäfsig-5-strahliger Eisstern, deren mehrere, zum Theil auch mehrstrahlige, sich mitten auf dem blanken Glase befanden, bei — 7° R.

Fig. 31. Eine Gruppe tafelartiger Kryställchen, beobachtet bei — 20° R. (vergr.) — Fig. d, e, f, g, h. Einzelne Kryställchen aus ähnlichen Gruppen, in verschiedenen Stellungen, an demselben Fenster beobachtet (stark vergr.) (s. S. 21.).

Fig. 32. Eine Gruppe bogiger Eis-Dendriten, welche am Glasfenster einzeln standen, bei — 6° R. beobachtet (nat. Gr.)

Fig. 33. Der untere Theil einer grofsen dendritischen Eisgruppe, welche sich bei — 3° R. über das ganze Fenster verbreitete (nat. Gr.).

Fig. 34. Mehrere gefiederte Axen [welche ich öfters (wie auch die folgenden) an grofsen Fenstern mehrere Fufs lange, herrliche Gruppen bilden sah] unterbrechen sich einander in verschiedenen Richtungen, bei — 8° R. von mir am Glasfenster beobachtet (nat. Gr.) (s. S. 11.).

Fig. 35. Wurzel nebst Verzweigung eines federartig gebildeten Eis-Dendriten, von mir bei — 4° R. beobachtet (nat. Gr. (s. S. 11.).

Fig. 36. Mehrere Gruppen büschelförmig ausstrahlender Eisaxen begränzen und unterbrechen sich abwechselnd in regelmäfsigen Absätzen, bei — 6° R. von mir beobachtet (nat. Gr.)

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
26.
27.
28.
29.
30.
31.
32.
33.
34.
35.
36.
a
b
c
d
e
f
g
h
α
β
Dr. Ratzeburg ad nat. del.
E. Weber sculp.